DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE †
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

47. JAHRGANG **HEFT 12** (ZWEITES JUNIHEFT) **1960**

INHALT

AUFSÄTZE

Seite

Zinjanthropus boisei aus dem Unterpleistozän von Oldoway/Ostafrika. (Ein Prähominine der Paranthropusgruppe mit Steingeräten). Von G. Kurth 265

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Mangan-Zink-Ferrite mit spontaner Isopermschleife. Von M. Kornetzki, E. Moser und E. Röss 274

Zum Stromverhältnis I_{max}/I_{min} von Tunneldioden. Von M. Michelitsch 274

Elastische Schwingungen von Quarzplatten in stationären elektrischen Feldern. Von H. H. Pfenninger 275

Ein Mechanismus bei der Elektrolyse von Quarz. Von H. Wondratschek, G. O. Brunner und F. Laves 275

Kationenwanderung und Farbzentrenbildung bei der Elektrolyse von Quarzplatten senkrecht zur *c*-Achse. Von H. H. Pfenninger und F. Laves 276

Fluorescence Spectra of Coordinated Holmium and Thulium Ions. Von G. A. Crosby und R. E. Whan 276

Elektrische Quadrupolwechselwirkung von Al^{27} und Kationenverteilung in Spinell ($MgAl_2O_4$). Von E. Brun, S. Hafner, P. Hartmann und F. Laves 277

Kernhyperfeinstruktur im Absorptionsspektrum eines kristallinen Salzes. Von I. Grohmann, K. H. Hellwege und H. G. Kahle 277

Neubestimmung der Kristallstruktur des Leonits, $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4\,H_2O$. Von W. Schneider 278

Kolorimetrische Mikrobestimmung von Rubidium und Cäsium. Von M. Kobrová 278

Permanganatoxydation von 2,6-Diäthyl-acetophenon. Von R. Riemschneider und B. Diedrich 279

Cymarol-(19-^{3}H). Von K.-H. Segel 279

Trennung einiger Vitamine der B-Gruppe und des Vitamins C durch Dünnschichtchromatographie. Von H. Gänshirt und A. Malzacher 279

Eine Methode zum Nachweis der Hormonbildung von Serumfraktionen. Von F. W. Aly und K. H. Gillich 280

Seite

Biogenese von 2-Methoxy-oestradiol-(17β) in der menschlichen Leber. Von H. Breuer und R. Knuppen 280

Isolierung von Testosteron aus Normalharn. Von K. Schubert und K. Wehrberger 281

Nachweis des Oxalsäureabbaus und der Verwertung des Calciums aus wasserunlöslichem Calciumoxalat beim Schwein mit Hilfe von Ca^{45}- oder C^{14}-markiertem Calciumoxalat. Von H. Brune und H. Bredehorn 281

Über den Einfluß der Thioglykolsäure auf Muskelatmung und Redoxpotential. Von E. F. Pettkó und P. Turay 282

The Antifungal Properties of X-Irradiated Essential Oils and Oil Combinations. Von J. C. Maruzzella und D. Scrandis 282

Untersuchungen über den photodynamischen Effekt von Acridinfarbstoffen an Escherichia coli und Bacillus subtilis. Von P. Wallnöfer und F. Bukatsch 282

Wirtszellenfreie Photoreaktivierung UV-inaktivierter T2-Phagen. Von H. Pichl 283

Zur Frage der Anreicherung von Radiojod (^{131}J) in der Muschel Dreissensia polymorpha Pall. Von R. Glaser 284

Effect of Temperature and Gibberellin on the Growth of Tomato Fruits. Von L. Rappaport 285

Wirkung von mit Gibberellin-Säure behandelten Pflanzen auf neben ihnen wachsende Individuen. Von R. Knapp . . . 285

Weitere Experimente zur Deutung der physiologischen Uhr als Kippschwingungssystem. Von E. Bünning und M. Ruddat 286

Pilzinfektionen bei Waldameisen-Puppen. Von G. Schmidt . 286

Experimentelle Beeinflussung der inneren Uhr bei der Sonnenkompaßorientierung und der Laufaktivität von *Lacerta viridis* (Laur.) Von K. Fischer 287

BESPRECHUNGEN

E. Kordes, Optische Daten zur Bestimmung anorganischer Substanzen mit dem Polarisationsmikroskop. (Ref.: S. Koritnig) 288

R. A. Stirton, Time, Life and Man. The Fossil Record. (Ref.: H. Schmidt) 288

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Euchen*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Für Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 12.— DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind. Der Autor verpflichtet sich, sie auch nachträglich nicht an anderer Stelle zu publizieren. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag geht das Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder einschließlich des Rechts der photomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung an den Verlag über. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0.30 pro Seite zu verwenden. *Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.*

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, Fernsprecher 830301) angenommen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterungen des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildung von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Besprechungsexemplaren abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die gegebenenfalls dann ein Exemplar anfordern wird. Für die Rückgabe unverlangter Besprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der organischen Chemie

Von Professor Carl R. Noller, Department of Chemistry and Chemical Engineering Stanford University, Stanford, Cal./USA

Übersetzt von H. Mayer-Kaupp und P. Stephan

Mit 106 Textabbildungen. VIII, 1018 Seiten Gr.-8°. 1960. Ganzleinen DM 36,—

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

47. Jahrgang Heft 12 (Zweites Juniheft) 1960

Zinjanthropus boisei aus dem Unterpleistozän von Oldoway/Ostafrika
(Ein Prähominine der Paranthropusgruppe mit Steingeräten.)*)

Von GOTTFRIED KURTH, Göttingen

I. Kulturgeschichtliche Belege für die „humane Phase"

HEBERER hat für die Evolution der Hominiden zwischen subhumaner und humaner Phase unterschieden, zwischen beiden liegt das Tier-Mensch-Übergangsfeld. Dieses muß aus genetischen Erwägungen — Evolutionsgeschwindigkeit — etwa in die Wende vom Mittel- zum Oberpliozän datiert werden, liegt also gegen 4 Millionen Jahre zurück. Die humane Phase ist nun nicht nur morphologisch an Schädel- oder Skelettresten zu belegen, sondern auch kulturgeschichtlich an ersten Spuren spezifisch menschlicher Leistungsfähigkeit. Auch für diese sind zu den noch tierischen Vorstufen Übergänge zu erwarten, für deren Erfassung und Abgrenzung die Untersuchungen und die Terminologie der Verhaltensforschung wichtiges Material beigebracht haben. In Anlehnung an die dabei gewonnenen Erkenntnisse hat HEBERER die Unterscheidung zwischen Werkzeug und Gerät bewußt auch für den Menschen übernommen. Werkzeug kann jedes Materialstück aus dem natürlichen Angebot sein, das unverändert aufgehoben und einmalig verwendet wird. So benutzt z. B. eine Art der Darwinfinken auf den Galapagosinseln [*10*], die dort die ökologische Nische der Spechte besetzt hat, kleine Holz- oder Aststückchen zum Stochern in Mulm oder Rinde, bis die Beute sich zeigt. Dann kann diese auch ohne Vorschnellen der langen Spechtzunge, die ihnen wie das Spechtzungenbein fehlt, erfaßt werden. Gerät bezeichnet dagegen ein Stück aus organischem oder anorganischem Material, das bewußt ausgewählt, zweckdienlich zugerichtet und wiederholt benutzt erscheint (Gebrauchsabschliff, -politur). In der Prähistorie ist dafür seit langem der Terminus Artefakt eingeführt, jedoch ohne die scharfe Abgrenzung gegen „Werkzeug".

Geräteherstellung dient seit einiger Zeit als kulturgeschichtliches theoretisches Kriterium, den „Vollmenschen" über eine erfaßbare Leistungsfähigkeit — Man the toolmaker (OAKLEY [*11*]) — von seinen Vorstufen abzusetzen.

Das „Eolithenproblem" spielt allerdings in der Prähistorie schon gut 100 Jahre eine Rolle. Den Bemühungen einzelner Forscher, aus frühen eiszeitlichen Schichten Steingeräte als Nachweis früher Menschen zu belegen, begegnete immer wieder scharfer und zum Teil berechtigter Kritik. Intensive Spezialforschung vermochte zu beweisen, daß geräteähnliche Stücke auch unter natürlichen Bedingungskomplexen entstehen können, ja sogar aus Perioden vorliegen, für die kaum von frühen Hominiden (Menschenartigen) auf dem Wege der Hominisation die Rede sein kann. Wir sind jetzt aber in der Lage, natürlich entstandene Stücke und intentionelle Geräte in Serien ausreichend sicher gegeneinander abzugrenzen, wie etwa die Pebble-tools des Claktoniums (Geröllkultur, Clacton, England).

Es ist allerdings die Frage, ob die ersten „Geräte" von Prä(Vor)- und Euhomininen(Vollmenschen) nur aus Stein gewesen sein müssen und nicht auch aus vergänglichem, organischem Material bestanden haben können, das kaum über längere Fristen im Boden erhalten bleibt, da es nicht fossilisierbar ist. Unzureichende Fossilisierung kann auch bei menschlichen Skelettresten und zum Teil sogar Zähnen eintreten, ganz abgesehen davon, daß die Einbettung im Boden mit nachfolgender Fossilisation unter natürlichen Bedingungen nur begrenzt statthat. Daher sind für den Anthropologen auch die Nachweise menschlicher Tätigkeit über Geräte, die zusätzlich zu Skelettmaterial seine Anwesenheit ergänzend bestätigen, so wichtig, zumal da sie die morphologisch-systematische Einstufung früher Homininen nach seinen eigenen Kriterien für die Nachbarwissenschaften — Leistungsfähigkeit der humanen Phase — zu erleichtern bzw. verständlicher zu gestalten vermögen[1]).

Leistungsfähigkeit der humanen Phase ist über Gerätfunde bis jetzt nur für das Unterpleistozän belegt, obwohl wir sie theoretisch auch für das Oberpliozän voraussetzen müssen. Im Ablauf der Hominisation muß zuerst die Erwerbung des aufrechten Ganges erfolgt sein, auf Grund deren die Ausbalancierung des Schädels auf der Wirbelsäule und darauf die Cerebralisation einsetzen konnte. Zunahme der Hirnmenge und Verfeinerung ihrer Struktur, kompensatorisch ergänzt und als Steigerung ermöglicht durch eine konvergente Rückbildung des Gebisses und damit des Anteils vom Gesichts- am Gesamtschädel, stehen erst am Ende dieses komplexen Prozesses. Wir haben somit eine lange Phase in der Hominisation vorliegen, in dem die zur Zeit für diesen Evolutionsabschnitt nur theoretisch zu postulierenden Prähomininen ohne spezielle Verteidigungswaffen (große Eckzähne nur bei Ponginen erhalten!) ihre Daseinsbewältigung durchsetzen mußten. Da im Laufe der Aufrichtung die Hände als vielseitiges Greifinstrument zunehmend freigesetzt wurden, ist theoretisch die Möglichkeit gegeben, daß schon in dieser Phase bereits vor Erreichen des Tier-Mensch-Übergangsfeldes mehr und mehr Werkzeuge verwendet wurden. Für die Fähigkeit zur Geräteherstellung setzte man nun bislang eine bestimmte Schädelkapazität und daraus Hirnleistung voraus, die neben der morphologischen Beurteilung vielfach noch theromorph(tierähnlich)-primitiv wirkender Schädel als Zusatzkriterium für das Erreichen der humanen Phase — Man the toolmaker — angenommen werden könne. Nach KEITH wurde bis jetzt vielfach eine (durchschnittliche) Mindestkapazität von 750 cm³ angesetzt, diese Grenze von ihm als Rubikon bezeichnet. Als DART für seine südafrikanischen Australopithecinen nachzuweisen versuchte, daß diese Prähomininen (HEBERER) bereits Geräte (in etwas

*) Herrn Professor Dr. W. GIESELER (Tübingen) zum 60. Geburtstag zugeeignet.

[1]) Dabei ist es für unsere Abstammungsvorstellungen zweifelsfrei, daß morphologisch an entsprechenden Altfunden keine plötzliche Grenze zwischen „Tier" und „Mensch", sondern nur fließende Übergänge zu erwarten sind. Deshalb sprechen wir vom Übergangs*feld*. Systematische Grenzen sind das Ergebnis eines langen Prozesses; die von uns aus methodischen Gründen gewählten Zeitgrenzen und Merkmalskombinationen sind demgegenüber notwendigerweise starr und benötigen einen Fixpunkt.

weiterem Sinne, zum Teil sind es nach unserer Definition nur Werkzeuge!) aus Knochen, Horn und Zähnen — osteodontoceratic culture — hergestellt hätten, wurde in der Diskussion herausgestellt, daß die Schädelkapazität in einer gewissen Relation zur Körpergröße steht. So wurde darauf verwiesen, daß bei einer geschätzten Körperhöhe von 140 bis 150 cm für die Australanthropusgruppe auch die geringere Schädelkapazität von durchschnittlich etwa 600 cm³ für eine primitive Geräteherstellung ausgereicht haben könnte.

DARTS Theorie stieß zunächst weitgehend auf Ablehnung; wir werden aber im folgenden sehen, daß er seine umstrittene Annahme durch neue Befunde stützen konnte und außerdem den dortigen Australo-

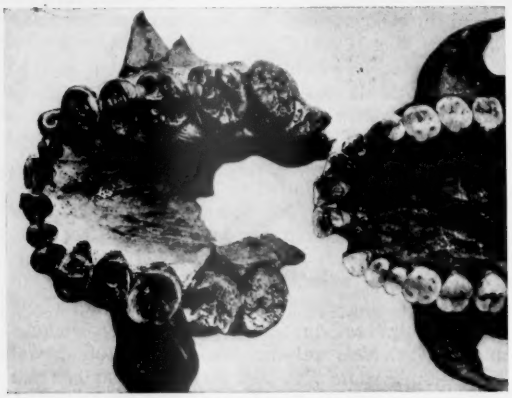


Fig. 1. Oberkiefer von Zinjanthropus (links) und rezentem Homo sapiens (rechts), nach LEAKEY

pithecinen jetzt sogar die Herstellung gleichzeitiger Steingeräte aus entsprechenden Schichten zubilligen kann. Man hatte für Südafrika immer noch bezweifelt, ob dort gefundene Geräte den aus Schichten gleicher Zeitstellung — oft benachbart — geborgenen Australopithecinen zugesprochen werden könnten oder ob man als deren Hersteller nicht „progressivere" Typen in Anspruch nehmen müsse. Dafür wurden vereinzelte Reste von Telanthropus herangezogen, den ROBINSON bereits als euhominin einstufen möchte. Voll gesichert erschien der Zusammenhang von Geräten und Herstellern erst für euhominine Archanthropine, Feuerbenutzung durch den Menschen sogar noch viel später erst für Sinanthropus — Homo erectus pekinensis — in Choukoutien (Peking). Hier konnte zudem noch nachgewiesen werden, daß das Material für die geborgenen Geräte weitgehend standortfremd ist, also bewußt über weitere Entfernungen gesucht und herangebracht worden war. Eine komplexere „vollmenschliche" Leistungsfähigkeit wird also erst im oberen Mittelpleistozän (vgl. Tabelle S. 271) durch das Zusammentreffen mehrerer Kriterien bestätigt.

II. Zinjanthropus, Beschreibung und Datierung

Seit dem 17. 7. 1959 erscheinen diese Befunde in neuem Lichte. An diesem Tage entdeckte die Gattin von Dr. L. S. B. LEAKEY bei Grabungen in der Oldowayschlucht/Kenya, im Grabungsabschnitt FLK (die Buchstaben kennzeichnen die Lage des Abschnitts in der Kartierung des gesamten Grabungsgebiets), etwa 7,2 m (22 Fuß) unter der Oberfläche von Schicht I (FLK I bezeichnet dann im Text Schicht und Abschnitt), die Reste eines Hominidenschädels. Die Freilegung dauerte bis zum 6. 8. und erbrachte die Teile eines zwar zerdrückten, aber fast vollständigen Calvariums (Schädel ohne Unterkiefer). LEAKEY berichtete darüber auf dem panafrikanischen Prähistorikerkongreß in Leopoldville/Kongo Mitte August 1959 und in zwei vorläufigen Publikationen [*11a, b*], woraus wir hier mitteilen:

Das Calvarium stammt aus einer Schicht mit zweiseitig bearbeiteten Steingeräten des Oldowayum, einer Prä-Chelleum-Acheulium-Kultur und gehört nach LEAKEY noch eindeutig in die obere Hälfte des Unterpleistozäns. Die Begleitfauna ist noch nicht endgültig untersucht, sie enthält Vögel, Amphibien, Reptilien, jugendliche Knochen zweier ausgestorbener Genera von Sus (Schwein) und zahlreiche Antilopen. Die Tierknochen sind durchweg zerschlagen und liegen nicht in direktem Zusammenhang, die Bruchstücke verstreut; im Gegensatz dazu ist der menschliche Schädel nur durch Bodendruck zerpreßt, die Teile liegen dicht zusammen in natürlichem Konnex. Die Zerstörung erfolgte nicht durch gezielte Fremdeinwirkung anderer Wesen (Kannibalismus!). Aus diesen Befunden entnimmt LEAKEY, daß das Calvarium von einem der Besiedler der Kulturschicht stamme, die auch die Steingeräte dieses Stratums herstellten. Die Tierreste (jugendliche Individuen bzw. relativ kleine Tiere) sind nach ihm ihre Jagdbeute. LEAKEY ist als sorgfältiger Ausgräber und exakter Befunddeuter bekannt, seine Argumente besitzen daher großes Gewicht. Bedeutsam erscheint, daß sich OAKLEY (London), besonders kritisch und zurückhaltend in seinem Urteil, LEAKEYs Deutung anschließt (schriftliche Mitteilung).

Nach den vorläufigen Abbildungen ([*11a, b*]) liegt zweifelsfrei aus Oldoway, Grabungsabschnitt FLK I, ein Paranthropus (Australopithecinae, Paranthropusgruppe) vor. Es handelt sich um ein jugendliches, wohl männliches Individuum, der dritte Molar ist eben durchgebrochen, die Kauebene aber noch nicht erreicht, die Schmelzrunzelung noch voll erhalten. Das Gebiß (Fig. 1) erscheint ungewöhnlich groß — LEAKEY spricht daher vom „Nußknacker-Menschen" —, zeigt aber die typische Paranthropusstruktur: reduziertes Vordergebiß (Schneide- und Eckzähne) und vergrößertes Hintergebiß (Vormahl- und Mahlzähne). Der dritte Mahlzahn ist kleiner als der zweite, der Gaumen recht hoch. Diese zwei Merkmale entsprechen allerdings mehr Befunden bei der Australanthropusgruppe, was aber nicht erstaunlich ist, sondern bei einem zeitlich früheren Fund durchaus erwartet werden kann. Die Überaugenregion ist stark pneumatisiert (d. h., die verdickten Knochenpartien sind nicht massiv, sondern mit Luftkammern durchsetzt), die Stirn steigt dahinter zunächst nur ganz flach an, erst im mittleren Abschnitt wird in der Seitenansicht die Schädelkurve etwas steiler (Fig. 2). Der hintere Abschnitt der Hirnkapsel ist recht hoch, die Kurve fällt dann am Hinterhaupt steiler gerundet ab. Sie ist aber ausgewölbt, im Gegensatz zu der von hinten oben nach vorn unten schräg gestellten Abplattung bei Ponginen. Fig. 2 bringt zum Vergleich mit dem neuen Fund einen rezenten Homo sapiens, einen Australopithecinen („Plesianthropus", Nr. ?, Sterkfontein) und einen rezenten Ponginen (Gorilla). Auffällig ist an dem neuen Calvarium wiederum ein Scheitelkamm wie bei Paran-

thropus, er endet gleichfalls noch auf den Scheitelbeinen (Fig. 3). Auf dem Hinterhauptsbein zeigt sich querlaufend eine kräftige Crista als Ansatz für die Nackenmuskulatur. Die Warzenfortsätze (Proc. mastoideus) sind ungewöhnlich kräftig entwickelt — ein betont hominines Merkmal — und zeigen darüber eine starke Crista supramastoidea (Fig. 2). Die Jochbögen waren, soweit zu rekonstruieren, sehr ausgeschwungen und besitzen an der vorderen Unterseite gleichfalls sehr starke Muskelansatzflächen. Alles spricht dafür, daß der Unterkiefer sehr massiv gewesen sein muß und für die Kaubewegung große Muskelmassen benötigte. Daraus erklärt sich, wie bei Paranthropus, die Ausbildung eines knöchernen Scheitelkamms. Die Schädelkapsel bot allein nicht genügend Ansatzfläche für die Schläfen-Temporalmuskeln, letztere stießen in der Mitte zusammen. Zwischen ihnen bildet sich dabei enantioplastisch (im Sinne MOLLISONS) ergänzend als Grenz- und zusätzliche Ansatzfläche der knöcherne Scheitelkamm. Er ist aber nicht mit entsprechenden Bildungen bei den großen Menschenaffen (Ponginen) voll vergleichbar, er endet bereits auf den Scheitelbeinen und läuft nicht wie bei den Ponginen mit entsprechend mächtigen Querkämmen auf dem Hinterhaupt zusammen, die Muskelansatzflächen an diesem Schädel zeigen auf den Scheitelbeinen wie dem Hinterhauptsbein einen ausgesprochen homininen Verlauf ihrer Grenzflächen. ROBINSON hat 1958 [*14a*] eine vorzügliche Arbeit zur Unterscheidung der Entstehungsweise von Knochenkämmen bei Ponginen und Homininen veröffentlicht. Am rekonstruierten Gesichtsschädel fällt noch auf, daß die Nasenwurzel hoch ansetzt, nicht eingesattelt erscheint. Allerdings wird man hierbei das jugendliche Alter des Stückes berücksichtigen müssen, eine mäßige Anhebung des Glabellarbereichs über der Nasenwurzel erscheint durchaus noch möglich (Fig. 2). Am Oberkiefer ist zu beachten, daß die Schneidezähne steil eingewurzelt sind, der Vorderrand nach unten abknickt und nicht so schräg nach vorn steht wie bei ponginer Prodentie. Im Vergleich mit einem Australopithecinen — „Plesianthropus", Sterkfontein Nr. ?, Fig. 2 unten rechts — kann man gut erkennen, daß die Schädelkapsel des Oldowayfundes höher ist als bei der Australanthropusgruppe. Auf weitere morphologische Züge und daraus Beurteilungsprobleme einzugehen, verbietet hier leider der Raum.

LEAKEY hat nun bedauerlicherweise für diesen Fund sofort einen neuen Genusnamen vorgeschlagen „Zinjanthropus boisei" (Zinj ist der alte ägyptische Name für Ostafrika). Er hält trotz der Bedenken verschiedener Fachleute seine Benennung aufrecht und versucht, sie in seinem vorläufigen Bericht [*11a*] an seinem Fund (novum genus, n. species) durch eine große Zahl von Merkmalen gegenüber der südafrikanischen Fundgruppe abzugrenzen. Er erkennt dabei an, daß bereits für die bisher bekannten Australopithecinae mit zwei Genera: „I. Australopithecus (HEBERER = Australanthropus) mit 2 Species; II. Paranthropus mit 2 Species" die deutliche Unterteilung in getrennte Genera als systematische Gliederung auf morphologischer Basis nur vorläufig sein kann. Das

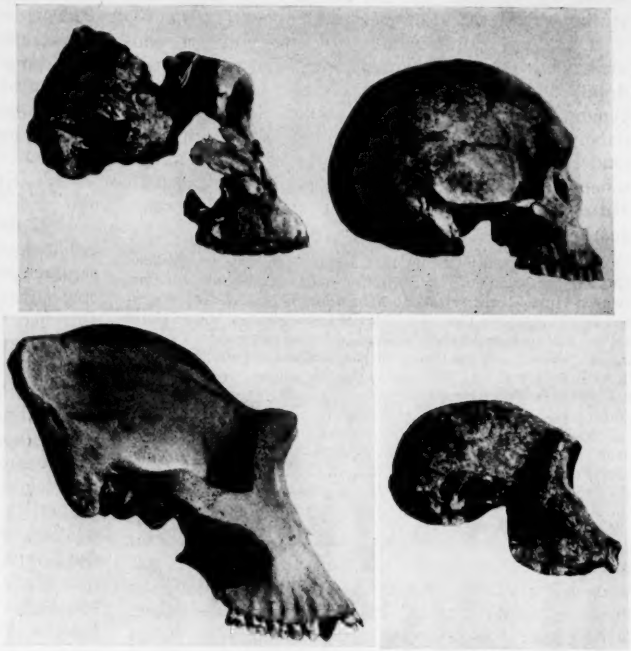
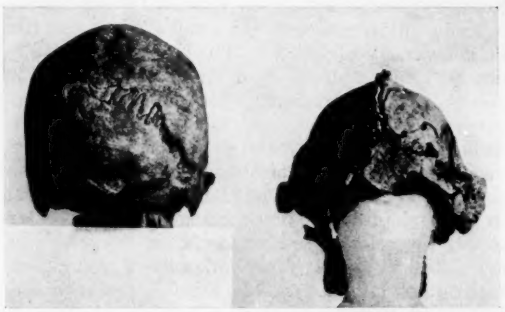


Fig. 2. Obere Reihe: (von links nach rechts): Zinjanthropus, rezenter Homo sapiens. Untere Reihe: rezenter Gorilla, „Plesianthropus", Nr. ?, von rechts seitlich. Zusammengesetzt nach LEAKEY, auf gleichen Maßstab gebracht

ist besonders auch unsere Meinung. Diese notwendigerweise nur mit Formcharakteristika unterbaute Abgrenzung besagt noch gar nichts darüber, welche genetischen Schranken realiter zwischen diesen beiden Formgruppen bereits erreicht waren. ROBINSON, der



a b

Fig. 3. Rezenter Homo sapiens (*a*), Zinjanthropus mit Scheitelkamm (*b*), von hinten, nach LEAKEY

beste Kenner des Australopithecinenmaterials, erkennt zwischen Zinjanthropus und der Paranthropusgruppe keinen generischen Unterschied an (persönliche Mitteilung); er sei nicht einmal sicher, ob ein Speciesunterschied bestehe. Er stellt wie wir und auch OAKLEY den neuen Fund eindeutig zu Paranthropus und betont, daß die von LEAKEY angezogenen Charakteristika viel zu variabel seien, um darauf eine morphologisch-systematische Unterscheidung aufbauen zu

können, ganz abgesehen davon, daß bis jetzt aus Oldoway nur ein Fundstück vorliegt. Aus Raumgründen ist es leider nicht möglich, zu diesem Punkte auf Einzelheiten einzugehen. So hat LEAKEY mit dieser Einstufung bis jetzt kaum Zustimmung gefunden.

Der neue Homininenfund dürfte also der südafrikanischen Paranthropusgruppe (Swartkrans, Kromdraai) sehr nahe stehen, ist aber wesentlich älter. Die genaue stratigraphisch-geologische Einstufung ist dabei nur indirekt abzusichern, da bisher noch keine eindeutige Korrelation der geologisch-paläontologischen Befunde in Süd- und Ostafrika zu denen im Mittelmeerbereich und Europa insgesamt herausgearbeitet werden konnte.

Gegenüber dem bisher im Vordergrund stehenden pleistozänen Gliederungsschema mit vier Kaltzeiten — im tropisch-subtropischen Bereich Pluvialen (Regenzeiten) — und dazwischenliegenden Warmzeiten tritt jetzt für Europa wie das Mittelmeergebiet immer klarer hervor, daß noch zwei weitere Kaltzeiten vorher angenommen werden müssen, wonach sich das Pleistozän gemäß dem europäischen Befund in sechs Kalt- und fünf Warmzeiten gliedern würde. Großgliederung des Pleistozäns (älterer Begriff Diluvium): nach rückwärts Oberpleistozän = letzte (Würm)Kaltzeit und letzte (Riß/Würm)Warmzeit; Mittelpleistozän = (Riß)Kaltzeit, große (Mindel/Riß)Warmzeit, zum Teil wird noch die (Mindel)Kaltzeit dazugestellt; Unterpleistozän = (Günz/Mindel)Warmzeit, (Günz)Kaltzeit und vorhergehende Großschwankungen (zwei Kaltzeiten?), diese vorher als Villafranchium bekannt.

Das Stratum I in Oldoway ist sehr dick (bis zu 40 m) und besteht überwiegend aus vulkanischen Tuffen mit tonigen Zwischenlagen, der neue Fund liegt darin an dieser Stelle gut 7 m (22 Fuß) unter der Obergrenze. Nach LEAKEY gehört er in die obere Hälfte des Unterpleistozäns und ist nahezu gleichzeitig mit Taung und den älteren Schichten von Sterkfontein; Makapansgat liegt mehr an der Obergrenze des Unterpleistozäns, Swartkrans und die oberen Schichten von Sterkfontein sind bereits Mittelpleistozän, Kromdraai ist etwas jünger als Swartkrans (vgl. Tabelle). Die ältesten Prähomininenreste außerhalb Afrikas aus den Schichten mit Djetisfauna[1]) von Sangiran auf Java (Meganthropus palaeojavanicus) sind bereits Mittelpleistozän. ROBINSON bezeichnet diesen Fund als Paranthropus palaeojavanicus und stellt ihn somit eindeutig zu den Prähomininen. Ergänzend sei noch erwähnt, daß es sich bei Hemianthropus (v. KOENIGSWALD) aus China gleichfalls um Prähomininenreste handeln dürfte, wodurch diese auch aus Ostasien belegt wären. Für Afrika ist nach ROBINSON (persönliche Mitteilung) wichtig, daß ein Zusammenhang zwischen dem Oldowayfund und dem südlichen Hauptverbreitungsgebiet an Australopithecinenfunden angenommen werden könne, da aus der dazwischenliegenden Serengetisteppe Reste dieser Formengruppe vorliegen. Mit ihrer zeitlichen Abfolge unterstützen die Fundorte die Annahme, daß diese Prähomininengruppe über Ostafrika nach Süden eingewandert sein dürfte und dort ausläuft. Das bestätigt die Überlegung, daß die südafrikanischen Prähomininen wie der Oldowayfund keine Vorfahrenstellung für progressivere Euhomininen besitzen dürften. Der vermutliche Evolutionsbereich für die frühen — oberpliozänen? — (Prae)Homininae und schließlich (Eu)Homininae wird in Eurasien, vielleicht noch dem nördlichen Teil Afrikas näher zum Mittelmeer zu suchen sein (vgl. Karte). Die Klammer um Prae- bzw. Eu- bei den Subfamilien der Homininae kennzeichnet nur, daß die damit angestrebte Unterscheidung nomenklatorisch noch nicht voll übernommen ist, da bei Subfamilien in der offiziellen Nomenklatur der kennzeichnende Wortstamm nicht durch Präfixe ergänzt werden soll.

[1]) Auf Java unterscheidet man das Alter der Fundschichten paläontologisch nach der Begleitfauna, die als jeweils alterskennzeichnender Komplex nach bestimmten Fundorten benannt ist. Dabei ist die Djetisfauna wesentlich älter als die Trinilfauna. Entsprechend werden vom gleichen Fundort stammende Homininenreste verschiedenen geologischen Alters stratigraphisch durch Angabe des leitenden Faunenkomplexes fixiert. Für Sangiran werden demgemäß Djetis- und Trinilfauna als zusätzliche Unterscheidung verwendet.

III. Geräteherstellung durch Australopithecinae

Für die Richtigkeit der Annahme LEAKEYS, daß Schädel und Steingeräte in FLK I von Oldoway zusammengehören, daß also auch Prähomininen geringer Schädelkapazität Geräte herstellen konnten, sprechen noch weitere Kriterien. DART hatte nach den Angriffen auf seine Konzeption einer „osteodontoceratic culture" (S. 266), deren von ihm zunächst vorgelegte Beweisstücke man ja großenteils der Fraßtätigkeit von Hyänen und Stachelschweinen zuschreiben wollte, weitere große Mengen (Tonnen!) von grauer Breccie aus Makapansgat untersucht und aus ihr viele tausende von gleichartigen Stücken herauspräpariert. Von Kalkbank/Südafrika (64 km nordwestlich Pietersburg an einem südlichen Nebenfluß des Limpopo) wird eine endpleistozäne, wohl bereits mesolithische Station gemeldet, deren Besiedler wie die von Makapansgat aus Metakarpalia und Metatarsalia (Mittelhand-, Mittelfußknochen) von Boviden und vor allem Antilopen auf gleiche Weise (Zeitunterschied mehrere 100000 Jahre!) Geräte herstellten. Die Gerätenatur ist für Kalkbank durch Gebrauchsabnutzung wie Gebrauchspolitur eindeutig gesichert und wird nach BREUIL durch mesolithisches Vergleichsmaterial aus Europa gestützt. Die Übereinstimmung zwischen solchen nacheiszeitlichen und den oberfrüh- bis mittelpleistozänen Stücken in Makapan erscheint so auffällig (Fig. 4/5), daß die Entstehung nur durch Tierfraß für einen Großteil der frühen Stücke unwahrscheinlich wird, zumal da nach DART Fraßspuren vielfach deutlich erst an Stücken mit Gebrauchspolitur, also nachträglich auftreten. DARTS Befunde werden dadurch ergänzt, daß ROBINSON [*14b*] aus der roten Breccie von Sterkfontein nunmehr gleichfalls ein Knochengerät mit vorzüglicher Politur geborgen hat (Fig. 6), wobei zu beachten ist, daß diese Schichten bis jetzt nur Steingeräte erbracht haben.

Schon früher war an dem Makapansgatmaterial aufgefallen, daß an vielen dieser Metakarpalia und -tarsalia die distalen Rollenenden mit Gewalt gesprengt erschienen. Jetzt kann DART drei Stücke vorlegen, bei denen in der Spalte zwischen den Rollen einmal ein Knochensplitter (Fig. 7 links) und zweimal ein Eckzahn (Fig. 7 rechts) so quer eingepaßt sitzen, daß sie zum Schneiden bzw. Bohren verwendet werden können. Daß dies intentionell geschah und nicht z. B. Carnivoren zugeschrieben werden kann, ist wohl nicht mehr zu bezweifeln. Schon vorher hatte DART das Bruchstück eines Antilopenfemurs publiziert, das in der Markhöhle die Spitze eines Gazellenhorns eingebohrt enthielt. Trotzdem bezweifelt OAKLEY immer noch die intentionelle Entstehung dieser Verbindung (Brief an HEBERER). DART hat nun noch an frischem

Schlachthausmaterial experimentell geprüft, wieviel Schläge man mit einem anderen Knochen führen muß, um ein entsprechend primitives Gerät herzustellen. Er kommt dabei zu Schätzwerten zwischen 40 und 140 Schlägen bis zur Vollendung. Auf jeden Fall muß also ein ganz erhebliches Maß an Ausdauer und Zielbewußtheit aufgebracht werden, Eigenschaften, die über längeres Spielinteresse hinaus auch nicht mehr dem intelligentesten Ponginen zugesprochen werden können, sondern nur der Leistungsfähigkeit der humanen Phase. Nimmt man hinzu, daß aus den jüngeren Schichten von Sterkfontein bereits Steingeräte des Oldowayum vorliegen, und zwar nicht nur aus Flußschottern, sondern in situ in roter Breccie zusammen mit Australopithecinenresten, und daß diese Steinartefakte den Australopithecinen selbst zuzuschreiben sind (auch OAKLEY), so erscheint die Annahme berechtigt, daß diese Wesen Geräte auch aus anderem Material hergestellt haben können und daß solche unter DARTS Funden aus Makapansgat vorliegen.

Damit kommen wir wieder auf die Frage zurück, wo die Grenze zu „Man the toolmaker" (Homo faber) zu ziehen ist. Wenn tatsächlich die Australopithecinen mit einer Schädelkapazität von 600 cm³ [bei geringer Körperhöhe von 140 bis 150 cm (?)] eine solche humane Leistungsfähigkeit zeigen, so ist anzunehmen, daß der Trend zur Feindifferenzierung des Gehirns wie der entsprechenden (neuen) Zentren bereits in relativ frühen Phasen der Cerebralisation eingesetzt haben muß, der angenommene Rubikon — nach KEITH (S. 265) etwa bei 750 cm³ — wohl schon auf niedrigerer Stufe überschritten wurde, auch wenn unter der späten Paranthropusgruppe Einzelwerte bis zu 800 cm³ möglich sind. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die mit Australopithecinen gleichzeitigen Steingeräte zum Teil (Oldoway!) bereits Zweiseiter sind — die Schneidekante wird dabei durch Schläge von zwei Seiten her zugerichtet —, also nicht die primitivsten Stücke, die als Gerät anerkannt werden. ROBINSON vertritt allerdings immer noch die These, daß die Steingeräte, auch in Oldoway, nur von Euhomininen hergestellt seien, und verweist dazu wieder auf seinen Telanthropus aus Swartkrans, den er so einstuft. Die dazu vorliegenden Fundstücke sind aber so bruchstückhaft und auch morphologisch noch nicht so gesichert aus dem Variationsbereich der Paranthropusgruppe herauszunehmen, daß sein Versuch einer generischen Abtrennung noch nicht voll anerkannt werden kann[1]). In jedem Falle wird die Häufigkeit des Zusammentreffens von Steingeräten mit Prähomininenresten aber nachgerade so groß, daß die Annahme, die wirklichen Verfertiger seien noch nicht gefundene Euhominine (Telanthropus), als Zufallskumulation langsam unwahrscheinlich wird.

[1]) Seine Theorie wird etwas gestützt durch neue Untersuchungen von NAPIER [*12*] an zwei Metacarpalia von Swartkrans, wobei der Rest eines Metacarpale des 4. Strahls aus den oberen Schichten mit voller menschlicher Leistungsfähigkeit zur Geräteherstellung Telanthropus zugesprochen wird. Das vollständige Metacarpale eines 1. Strahls (Daumen) ist kurz und derb, stammt aus den tieferen Schichten und wird von NAPIER Paranthropus zugeschrieben. Er hält dabei wegen der Kürze die Fähigkeit zur Geräteherstellung für zweifelhaft, den gewohnheitsmäßigen Werkzeuggebrauch aber für recht wahrscheinlich. Die vorzügliche Arbeit kann aber doch die Bedenken nicht beseitigen, ob solche Aussagen ohne Vorliegen größerer Serien und damit Einblick in die gegebene Variationsbreite voll tragfähig sind.

IV. Gedanken zu Hominisation und Nomenklatur

Diese Feststellungen und Überlegungen ergänzen zugleich unsere hypothetische Vorstellung, daß der

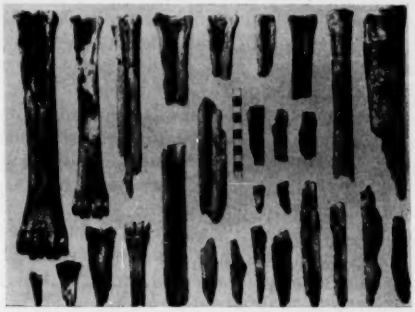


Fig. 4. Knochengeräte aus Metacarpalia und Metatarsalia von Kalkbank, endpleistozän, nach DART

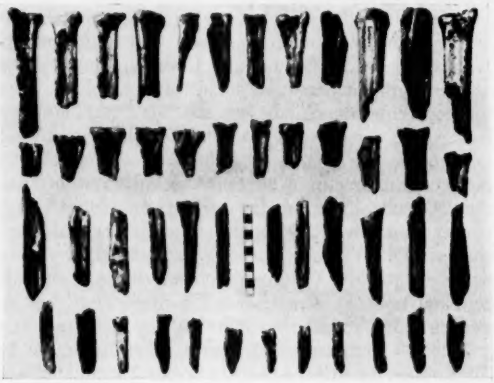


Fig. 5. Knochengeräte aus Metacarpalia und Metatarsalia von Makapan, oberes Unterpleistozän (Ende), nach DART

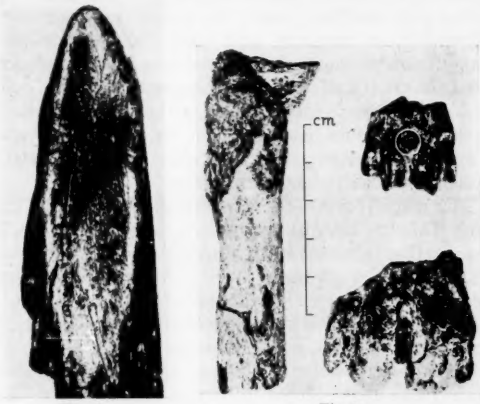


Fig. 6 Fig. 7

Fig. 6. Knochenspitze mit deutlicher Gebrauchspolitur aus Sterkfontein, beginnendes Mittelpleistozän, nach ROBINSON

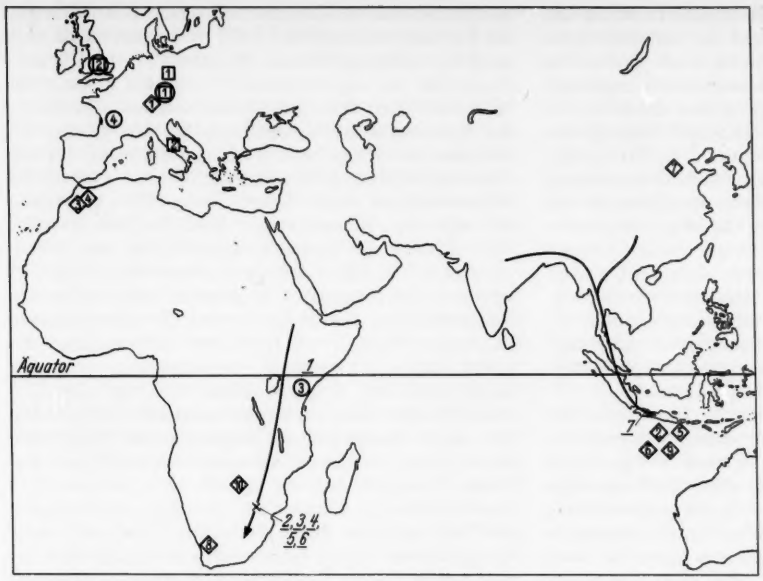
Fig. 7. Zusammengesetzte Geräte aus Makapan, Ende Unterpleistozän. Links Gelenkrolle mit eingepaßtem Knochensplitter, rechts zwei Gelenkrollen mit darin steckenden abgebrochenen Wurzeln von Eckzähnen, nach DART

gefährliche Abschnitt der Hominisation nach Durchschreiten des Tier-Mensch-Übergangsfeldes für die zu postulierenden Prähomininen des Oberpliozäns zur

Daseinsbewältigung eine erste technische Ergänzung erforderte. Diese kann nicht nur im instinktiv gelenkten betonten sozialen Zusammenhalt der Kleinsippen gesucht werden, sondern verlangte bei der anzunehmenden physischen Ausrüstung (keine großen Eckzähne, Plattnägel) bereits den Übergang von der Werkzeugbenutzung zur intentionellen Geräteherstellung (z.B. Aufschneiden der Lederhaut von Jagdbeute, wie jungen Antilopen oder Boviden, die nicht mehr mit der Hand oder den kleinen Eckzähnen zerrissen werden kann). Diese Annahme bleibt auch dann als Arbeitshypothese brauchbar, wenn wir bis jetzt derartige Nachweise nur für die auslaufenden Prähomininen Ost- und Südafrikas beibringen können, aber noch nicht für das frühe Unterpleistozän oder gar das Oberpliozän. Nachdem wir jetzt schon insoweit umlernen mußten, als bereits eine Schädelkapazität weit unter der Rubikongrenze nach KEITH die volle Leistungsfähigkeit der humanen Phase (HEBERER) erreichen lassen kann, werden wir vielleicht auch in der morphologisch-systematischen Einstufung unserer anthropologisch beurteilbaren prähomininen Neufunde noch auf Überraschungen gefaßt sein und möglicherweise noch theromorphere Merkmalskombinationen, als wir sie bis jetzt vorliegen haben, mit der Leistungsfähigkeit der humanen Phase verbunden anerkennen müssen. Wir erfassen diese ja bis jetzt nur in ihrem oberen Abschnitt mit Funden; die wahrscheinlich um das 6—7fache längere Spanne vorher ist noch nicht belegt. Wir müssen dabei mit einer großen Vielfalt morphologisch deutlich voneinander absetzbarer Gruppen rechnen, denen aber trotzdem kein hoher systematischer Eigenrang zugesprochen werden kann, zumal sie vielfach allein schon aus Zeitgründen — zunehmend längere Generationsdauer bei Homininen, da eine Verlängerung des Jugendstadiums Voraussetzung und damit kennzeichnend für unsere Gattung ist — die Sterilitätsbarriere zwischen Arten noch nicht erreicht haben werden. Das gilt auch dann, wenn sie deutlich isoliert in weiter geographischer Streuung zu erwarten sind und man bei kleineren Populationen eine höhere Evolutionsgeschwindigkeit voraussetzen darf. Die danach entsprechend deutlichere Differenzierung im kennzeichnenden Merkmalskombinat solcher Kleingruppen berechtigt auf jeden Fall nicht ohne sorgfältigste Prüfung zu einer relativ hohen systematischen Einstufung.

Es wurde bisher soweit wie möglich und bei Karte und Tabelle bewußt vermieden, die geographische Fundortbezeichnung noch durch den systematischen Fundnamen zu ergänzen, der im Augenblick Geltung besitzt. Die zoologische Nomenklaturregel gilt ja auch für die Benennung unserer Homininenreste, wobei das Prioritätsrecht der ersten wissenschaftlich gegebenen Bezeichnung gewahrt bleiben muß. Dadurch haben noch viele heute längst überholte Benennungen, wie z.B. Pithecanthropus (Affenmensch) für eindeutig Euhominine oder Australopithecus (Südaffe) für gesicherte Prähominine mit voller Leistungsfähigkeit der humanen Phase ihre nomenklatorische Gültigkeit. HEBERER hat schon mehrfach und wieder kürzlich [*6d*] wesentliche Vorschläge zur Neuordnung der Homininennomenklatur gemacht. Die bestehenden wissenschaftlichen Namen sind ja zumeist ohne ausreichende Berücksichtigung des Zeitfaktors und der genetisch möglichen Evolutionsgeschwindigkeit allein nach morphologischen Gesichtspunkten gegeben worden und spiegeln zugleich den allgemeinen Kenntnisstand ihrer Zeit wieder, so daß wir für das einzige Genus Homo der Subfamilie (Eu)Homininae — vgl. dazu S. 271 — nomenklatorisch viel zu viel Genera vorliegen haben[1]). Auch für die dazu notwendige Speciesbenennung und -unterscheidung ist zu berücksichtigen, daß wir in der zeitlichen Abfolge jeweils nur mit einer einzigen lebenden Species des Genus Homo rechnen können, die sich in ihren verschiedenen Isolationsräumen wohl deutlich differenziert entwickelt hat, aber keine sichere Entscheidung darüber zuläßt, inwieweit die genetische Zeugungsschranke der Artsterilität zwischen den verschiedenen gleichzeitig lebenden Großpopulationen schon erreicht sein konnte. Zudem können wir bei der heutigen Fundverteilung auch noch gar nicht sagen, wo die einzelnen Funde systematisch genau einzuordnen sind und welche direkte genetische Anzestorenbedeutung sie möglicherweise für die rezente Species Homo besitzen. So muß auch die vom Verfasser benutzte Großgliederung immer nur als ein vorläufiges Ordnungsschema verstanden werden, das jederzeit einer Wiederumstellung unterworfen bleibt. Dabei sei schon hier zur Diskussion gestellt, daß in Anlehnung an die Neubenennung durch HEBERER vorgeschlagen werden könnte, für die (Prae)Homininae mit nachgewiesener Leistungsfähigkeit der „humanen Phase" grundsätzlich in der Nomenklatur den Terminus „Anthropus" zu verwenden und die (Prae)Homininae als Anthropusgruppe zusammenzufassen. Entsprechend wäre für die (Eu)Homininae in der Nomenklatur nur noch der Terminus „Homo" zu verwenden, sie müßte also gemäß dem einzigen Genus Homo der Subfamilie (Eu)Homininae als Homogruppe zusammengefaßt werden. Danach müßte man allerdings wiederum die inzwischen eingebürgerten Großgruppenbezeichnungen Arch-, Palä- und Neanthropini durch Benennungen mit dem Kennwort Homo ersetzen. So schwierig nach dem geltenden zoologischen Nomenklaturgesetz eine vollständige Neubenennung auch ist und gerade für den Menschen eine länger gültige Umgliederung in Anbetracht zu erwartender neuer Funde auch scheint, sollte man sich doch einmal dazu entschließen, unter Berücksichtigung der modernen Erkenntnisse eine grundsätzliche Neuordnung vorzunehmen und besonders systematisch zu hoch eingestufte Neubenennungen, die dieser nicht mehr entsprechen, gar nicht anerkennen, damit der unmögliche Wirrwarr in der Homininennomenklatur, der jeder genetischen Einsicht widerspricht, endlich einer wissenschaftlich länger tragfähigen Ordnung Platz macht. Da wir für Prä- wie Euhomininen mit Populationen geringer Kopfzahlen in weiter geographischer Streuung und betontem Differenzierungseffekt der Isolation bei verstärkter Evolutionsgeschwindigkeit in Kleingruppen zu rechnen haben, muß bei der systematischen Einstufung nach dem morphologisch faßbaren Unterscheidungsgrad ausreichend berücksichtigt werden, daß dieser entsprechend dem zu schätzenden Zeitfaktor genetisch nicht gleichrangig zu sein braucht

[1]) Überzählig sind z.B. die Genusnamen: Pithecanthropus, Sinanthropus, Atlantanthropus für Archanthropine und die Speciesnamen: Homo heidelbergensis (Mauer), Homo neanderthalensis, 2. Bezeichnung Homo primigenius, für die Ngandongfunde (Java) liegen 8 — acht! — verschiedene Bezeichnungen nebeneinander vor. Die beste Lösung ist, einen Fund vorerst mit der geographischen Fundortbezeichnung anzuführen.



Geographische Verteilung der besprochenen Fundorte. Signatur: Einfache Zahl = Prähomininen; Zahl in Quadrat auf Spitze = Archanthropini; Zahl in Quadrat auf Seite = Palaeanthropini; Zahl in Kreis = Neanthropini. Wegen der Namen vgl. Fundortliste

Fundortliste zur Karte

*Subfamilia (Prae)Homininae, Anthropus*gruppe der humanen Phase

Afrika		Indonesien
1. Oldoway	4. Makapansgat	7. Sangiran (Djetisfauna
2. Taung	5. Sterkfontein (Mittelpleistozän)	
3. Sterkfontein (Unterpleistozän)	6. Swartkrans	

*Subfamilia (Eu)Homininae, Homo*gruppe

Archanthropini ◇

Europa	Afrika	Asien	Indonesien
1. Mauer	3. Ternifine	7. Choukoutien	2. Modjokerto
	4. Casablanca		5. Trinil
			6. Sangiran (Trinilfauna)

Späte Archanthropini, neu einzustufen

Afrika	Indonesien
8. Saldanha	9. Ngandong
10. Broken Hill/Rhodesia	

Palaeanthropini — Präneandertaler □

	Europa
(Steinheim)	1. Ehringsdorf
(Swanscombe)	2. Saccopastore

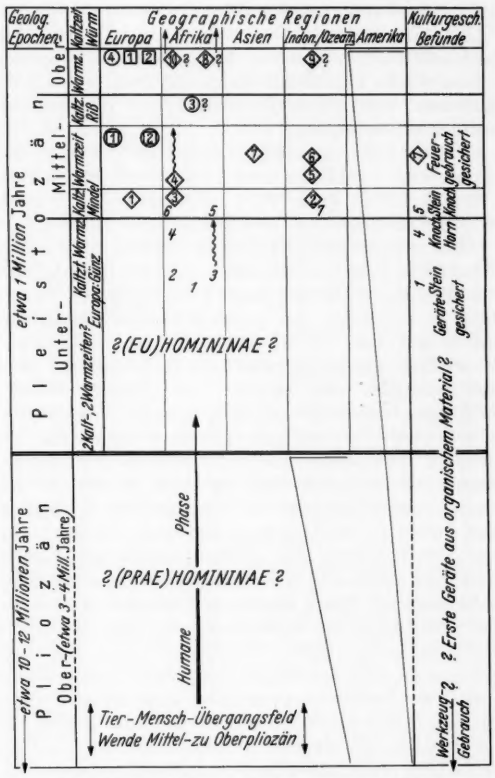
Neanthropini — Präsapiens ○

Europa	Afrika
1. Steinheim	3. Kanjera
2. Swanscombe	
4. Fontéchevade	

oder sein kann und daher die deutliche morphologische Unterscheidbarkeit nicht in jedem Falle eine eigene Species rechtfertigen wird [9a]. Dazu sei auch SONJA COLE zitiert [2], die zur Benennung von Zinjanthropus unter anderem sehr beherzigenswert abschließend schreibt: „Die Genus- und Speciesnamen, die mit jedem neuen Fund zunehmen, sind nicht nur verwirrend, sondern verdunkeln die Beziehungen. Vielleicht würde eine Internationale taxonomische Kommission, wie sie für die zoologische Nomenklatur besteht, zu formal vorgehen; es besteht aber kein Zweifel, daß eine drastische Revision der Hominidennomenklatur durch eine Expertengruppe längst überfällig ist."

V. Fundverteilung und Datierung

Auf der Karte sind die wesentlichsten Homininenfunde bis einschließlich der ersten Hälfte des Oberpleistozäns eingetragen. Die Signatur unterscheidet dabei nach morphologischen Gesichtspunkten (Prae)Homininae (Australopithecinae) und (Eu)Homininae, unter diesen Archanthropini, die frühen Paläanthropini (Präneandertaler) und die frühen Neanthropini (Präsapiens). Die Fundverteilung zeigt zugleich die Räume intensiverer Forschungstätigkeit, wobei der östliche Teil des weiteren Mittelmeerraumes wie das etwa in gleicher geographischer Höhe in Asien liegende Gebiet, das neben Hochgebirgen auch weite, offene, für den Menschen günstige ökologische Regionen ent-



Synchronistische Tabelle. Zur Erläuterung vgl. Text und Fundortliste, Signaturen s. Angaben zur Karte

hält, auffällig leer erscheint. Wir haben dagegen aus drei kontinentalen Randzonen: Westeuropa, Ost- und

Südafrika sowie Indonesien (Java) eine Häufung von Funden vorliegen, wobei sowohl die zur Zeit fundreichen afrikanischen Gebiete wie auch Indonesien nicht als potentielle Entwicklungszonen angesehen werden sollten. Die zwei Pfeile geben dabei für die dortigen Fundgruppen die vermutlichen Ausgangsräume (faunistisch/floristisch begründet) an. HOWELL [7] hat kürzlich in einer vorzüglichen Studie den gesamten Problemkreis behandelt und dabei im Gegensatz zu der hier vertretenen Auffassung die Möglichkeit eines afrikanischen Ursprungs der Prähomininen hervorgehoben. Zugleich betont er aber, daß die bisherige Fundarmut in den anderen potentiellen Entwicklungsräumen für Prähominine in erster Linie durch die besonderen geologischen Bedingungen — Überlagerung durch Schichtpakete von mehreren 100 m bzw. auch Erosion — hervorgerufen sein könne.

Die morphologisch-systematische Einstufung der angegebenen Funde ist durch verschiedene Signaturen gekennzeichnet. Dabei wird in zwei Fällen durch Doppelsignatur angedeutet, daß diese Formengruppe Anzestoren (Vorfahren)rang bzw. besser entsprechende Modellbedeutung für zwei Differenzierungsrichtungen besitzen kann. Die äußere Signatur gibt die nach unserer Meinung in Göttingen, die auch von vielen anderen Autoren geteilt wird, wahrscheinlichere Beurteilungsmöglichkeit an. Die in den Signaturen stehenden Zahlen lassen aus der Fundortliste den zugehörigen Fundortnamen ablesen, die Reihenfolge der Zahlen innerhalb der Signaturgruppe entspricht dem wahrscheinlichen relativen Altersverhältnis. Die synchronistische Tabelle läßt dann erkennen, wie sich die einzelnen vorläufigen Formengruppen regional und zeitlich überschneiden.

Die Abfolge der Zahlen innerhalb der einzelnen Großgruppen gibt das zur Zeit bekannte gegenseitige Altersverhältnis unter Berücksichtigung verschiedenster Kriterien an (vgl. synchronistische Tabelle).

Die synchronistische Tabelle versucht, die wahrscheinliche relative Zeitbeziehung und -abfolge der wichtigsten Funde mit ihrer geographischen Verteilung zu verbinden und zugleich (rechte Randspalte) anzugeben, was wir bis jetzt gesichert über Geräteherstellung (kulturgeschichtliches Kriterium für „Man the toolmaker" als Beleg für die „humane Phase") und Feuerbenutzung aussagen können. Für Indonesien-Ozeanien ist noch keine genauere Angabe darüber möglich, wann durch die eustatische Absenkung des Meeresspiegels (über Bindung von Wasser in den wachsenden Eiskappen) das Schelfgebiet um Festland und Inseln so weit trockengelegt war, daß dieser Bereich für länger an das Festland Südostasiens angeschlossen wurde und sich daraus Einwanderungsmöglichkeiten für Flora, Fauna und Mensch eröffneten. Im Oberpliozän ist Indonesien nach den bisherigen Befunden noch Inselwelt gewesen. Das *z*-förmige Zeichen in der entsprechenden Spalte der Tabelle deutet an, daß dieser Bereich während dieser Periode für den Hominisationsprozeß ausfällt, das gleiche gilt für den Doppelkontinent Amerika, dort sogar bis ins späte Oberpleistozän, also den Zeithorizont der rezenten Species Homo sapiens.

Die Großgliederung des Pleistozäns in Unter-, Mittel- und Oberpleistozän versucht einen Querschnitt durch die Anschauungen der dafür maßgebenden Autoren zu bringen. Der Nachweis von zwei weiteren Kaltzeiten vor der Günzkaltzeit durch Tiefbohrungen im Rheinmündungsgebiet [*15*] — ergänzend zu dem bereits vorher geführten Nachweis für „Donau"-Kaltzeiten im Alpenbereich — läßt für Europa die bisher üblichen Spannen für die drei Großabschnitte des Pleistozäns recht ungleichmäßig erscheinen. Da wir aber aus Afrika bislang nur den Nachweis für vier Pluviale vorliegen haben und nach OAKLEY (1959) der Faunenwechsel vom Unter- zum Mittelpleistozän weltweit mit Einsetzen der Mindelkaltzeit deutlich wird [*13c*], ist die Grenze zwischen Unter- und Mittelpleistozän hier allgemein vor die Mindelkaltzeit gelegt worden. Ein wichtiges Hilfsmittel zur weltweiten Parallelisierung der Befunde sind die alten Strandlinien der Meere (und Gewässer) entsprechend der eustatischen Schwankung des Meeresspiegels, die allerdings durch unterschiedliche Hebung oder Senkung der Kontinente teilweise verschoben erscheinen. Bei einem großräumigen Vergleich und demgemäß Korrelierung der Zeithorizonte an Hand von Fauna und Flora (Vergesellschaftung jeweils entsprechend dem vorherrschenden Klima!) ist allerdings zu beachten, daß Neuerscheinen bzw. Wiederauftreten bestimmter Vergesellschaftungen nicht weltweit gleichzeitig ist und daß besonders Randgebiete (Indonesien, aber teilweise auch Afrika) darin deutlich retardiert sind bzw. zusätzlich durch das Überleben älterer Formen auffallen. Die gleiche Beobachtung für Amerika sei hier nur als Bestätigung erwähnt, da dieser Doppelkontinent nach den bisher vorliegenden Befunden erst mehr gegen Ende der letzten Kaltzeit vom Menschen besiedelt wird.

Die allgemeinen Datierungen von OAKLEY [*13c*], LEAKEY [*11a, b*] und BRAIN [*1*] für die afrikanischen Australopithecinen (= Prähomininen) entsprechen einander recht gut. Da LEAKEY für seinen neuen Fund aus Oldoway FLK I vor endgültiger Untersuchung der Fauna nur obere Hälfte des Unterpleistozäns angibt und die übrigen Prähomininen auf diesen „Fix"punkt bezieht (auch Sangiran/Java mit Djetisfauna), ist von unten her ein vorläufiger Ansatzpunkt für die weitere relative Fundortdatierung gegeben. OAKLEY unterbaut seine Angaben durch eine Reihe neuer Testwerte, die in großen Zügen gesicherte Anhaltspunkte ergeben und die bisherigen Annahmen gut bestätigen. Nur für die letzte Kaltzeit, die zum Teil (obere Hälfte) bereits mit C^{14}-Bestimmungen getestet werden kann, müssen gewisse Bedenken vorgebracht werden, ob die anderen Verfahren voll mit C^{14} vergleichbar sind und diese Methode überall unter allen Bedingungen stets relevante Werte ergibt [*5*], [*9a*]. Für Saldanha und Rhodesia — noch in der letzten Warmzeit eingetragen — deuten die Pfeile eine starke Herabdatierung auf die Gegenwart zu an. Inwieweit das auch für Ngandong/Java zutrifft, muß noch geprüft werden. Verfasser hat an anderer Stelle [*9a*] bereits ausgeführt, daß aus biologischer Sicht die niedrigen C^{14}-Werte für Funde aus der letzten Kaltzeit nicht ohne Vorbehalte übernommen werden können, da die Evolutionsgeschwindigkeit besonders für Fauna und Mensch danach ungewöhnlich hoch erscheint. Somit bestehen für ein versuchsweises, weltweites Beziehungsschema noch viele Unsicherheitsfaktoren betreffs zeitlicher Gliederung und Einstufung. Trotzdem kann aber die relative Datierungsanordnung in der Tabelle als die derzeit wahrscheinlichste Lösung angesehen

werden. Für den nur vorläufigen Aussagewert der Großgliederung der (Eu)Homininae in Arch-, Paläo- und Neanthropini sei noch einmal auf die Ausführungen auf S. 270 verwiesen.

Die Tatsache, daß Afrika bis jetzt den weit überwiegenden Anteil an allen Prähomininenresten in großer Verbreitung aufweist und außerdem mit Zinjanthropus aus Oldoway den bislang ältesten Geräteherstellen belegt, darf aber nicht als gesicherter Hinweis darauf verstanden werden, daß sich die Prähomininen in diesem Raum entwickelt haben (S. 272). Vielmehr spricht sehr viel dafür, daß sie in den dort so gut belegten Fundbereich erst eingewandert sind. Serologisch und vergleichend anatomisch können wir allerdings nachweisen, daß die Homininen mit den rezenten afrikanischen Ponginen (Gorilla, Schimpanse) enger verwandt sind als mit den südostasiatisch/indonesischen (Orang). Alle rezenten Ponginen stellen aber spezielle und relativ späte Einnischungen in das junge Refugialgebiet des tropischen (Regen-)Urwaldes dar und lassen aus ihrer heutigen Verbreitung keinen gesicherten Rückschluß auf ihre frühere Verteilung wie deren mögliche Beziehung zum ursprünglichen Kernraum der Hominisation und daraus den noch zu belegenden vermutlichen Evolutionsbereich der frühesten (oberpliozänen!?) Prähomininen zu. Dieser ist aber in erster Linie in offeneren Landschaften (Aufrichtung!) zu suchen und hat mit hoher Wahrscheinlichkeit die feuchteren tropischen Regionen ausgespart.

VI. Zusammenfassung

Wir können somit abschließend feststellen: Die große Bedeutung des neuen Oldowayfundes liegt in dem Nachweis, daß Prähomininen als Hersteller von Steingeräten — bereits Zweiseiter/Bifaces (S. 269) — aus der oberen Hälfte des Unterpleistozäns gesichert scheinen. Der eigene Genusrang Zinjanthropus boisei, der von LEAKEY vorgeschlagen wurde, kann dagegen nicht als berechtigt anerkannt werden. Die Merkmalskombination des Calvariums ist sehr wahrscheinlich in die Paranthropusgruppe der Australopithecinae einzuordnen, wobei noch nicht einmal ein eigener Speciesrang für das neue Fundstück unbedingt erforderlich scheint. Dieser so wichtige neue Fund dürfte dabei nur eine auslaufende Seitenlinie der Homininae belegen, besitzt also für unsere grundsätzlichen Vorstellungen trotz seines hohen Alters wieder allein Modellwert, ein direkter, „genetischer" Anzestorenrang in der Evolution zu Euhomininen wird ihm kaum zugesprochen werden können. Da er aber eine bereits entwickeltere Leistungsfähigkeit der „humanen Phase" mit zum Teil betont theromorphen Formzügen verbindet, werden wir daraus wieder entnehmen dürfen, daß die Grenze zu „Man the toolmaker" bei Formen erwartet werden muß, die unsere überkommene Vorstellung betreffs bereits deutlicherer euhomininer Züge in der Morphe des Schädels wie der zu einfachster humaner Leistungsfähigkeit erforderlichen Hirnmenge relativ zur Körperhöhe sehr verändern werden. Der bisher weitgehend angenommene Rubikon einer durchschnittlichen Mindestschädelkapazität von 750 cm³ ist wohl noch viel zu hoch angesetzt. Wir müssen damit rechnen, daß sich schon frühzeitig im Laufe der Cerebralisation auch eine erste Feindifferenzierung der Hirnstruktur anbahnte, die über bei rezenten Ponginen in Gefangenschaft — also nicht natürlichen Bedingungen! — beobachtete Möglichkeiten hinaus einfachere intentionelle Handlungen und dabei besonders *Ausdauer* zuließ. Mit Durchschreiten des Tier-Mensch-Übergangsfeldes war nach abgeschlossener Aufrichtung die Hand zu vielseitigster Verwendung endgültig freigesetzt. Die im Oberpliozän zu postulierenden Prähomininen repräsentierten sicher schon weitgehend den unspezialisierten, kennzeichnend homininen „offenen Ökotyp"[1]). Ohne große Eckzähne benötigten sie zur Daseinsbewältigung eine „technische" Ergänzung neben der Sicherung durch einen wohl noch wesentlich instinktiv verankerten sozialen Gruppenzusammenhalt. Dieser wird von den neuen Möglichkeiten über eine zunehmende Feinstruktur des Hirns für lange noch relativ wenig beansprucht haben, zumal für eine „sprachliche" Verständigung erst noch entsprechende, durch Mutationsangebot ermöglichte und selektiv gesteuerte Umbauten notwendig waren. Damit bleibt theoretisch die Möglichkeit offen, auch bei zur Zeit noch unerwartet niedriger Hirnmenge Frühstufen von Zentren vorauszusetzen, die einen Übergang vom Werkzeuggebrauch zur Geräteherstellung ermöglichten (S. 269). Dafür kommen in psychologischer Sicht für neue Verhaltensweisen als Voraussetzungen in erster Linie Zielgerichtetheit und besonders Ausdauer im Handeln, zugleich erste Ansätze in der Lösung von Instinktleitung zu Entscheidungsfreiheit in Frage. Für das Oberpliozän bleibt dabei offen, welches Ausgangsmaterial zuerst für Geräte benutzt wurde und ob dieses überhaupt fossilisierbar war, um von uns nachgewiesen werden zu können. Der Stein dürfte als Bearbeitungsobjekt nicht unbedingt gesichert am Anfang stehen, dagegen ist theoretisch vorstellbar, daß die beim Zerlegen von Jagdbeute — auch kleinerer wie besonders junger Tiere — anfallenden Knochen, vor allem nach Zerbrechen oder Zerschlagen zur Markgewinnung, Objekte anboten, die mit wenigen weiteren Schlägen zu einfachsten Geräten hergerichtet werden konnten. Das Zerteilen der Lederhaut erforderte sicher schon frühzeitig zusätzlich schneidende Objekte.

Auch der neue Fund stellt uns somit vor die Tatsache, daß wir noch lange nicht am Anfang der Homininengeschichte angelangt sind. Die bereits gesicherten Funde gehören trotz ihrer einmaligen Modellbedeutung immer noch in die jüngsten Abschnitte der humanen Phase, der um ein Vielfaches längere Bereich vorher kann von uns weiterhin nur theoretisch-spekulativ gedeutet und diskutiert werden.

Literatur

[1] BRAIN, C. K.: The Transvaal Ape man bearing cave deposits. Transvaal Museum, Mem. No. 11 (1958). — [2] COLE, S.: New Science 6, 152, 678 (1959). — [3] DART, R. A.: a) South Afr. J. Med. Sci. 21, 23 (1956); b) The osteodontoceratic culture of Australopithecus prometheus. Transvaal Museum, Mem. No. 10 (1957); c) J. Dentistry Assoc. South Africa 14, 5, 164 (1959); d) MASON, R. J.: Archaeol. Bull. 13, 51, 85 (1958). — [4] GIESELER, W.: In Die Evolution der Organismen, 2. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer 1959. — [5] HAXEL, O.: Naturwissenschaften 44, 163 (1957). — [6] HEBERER, G.: a) Homo 4, 74 (1953); b) In Primatologia I. Basel u. New York: Karger 1956; c) In Die Evolution der Organismen, 2. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer 1959; d) In Anthropologie, Fischer-Lexikon 15. Frankfurt a. M.: S. Fischer 1959; e) Zool. Jahrbücher, Rensch-Heft, im Druck 1960. — [7] HOWELL, F. C.: Science

[1]) Der von HEBERER eingeführte Begriff besagt, daß ein solcher Typ in den verschiedensten Lebensräumen mit wechselnden Klima- und Ernährungsbedingungen voll lebensfähig ist - euryök - (εὐρύς = weit, weithin; οἶκος = Haus, Heimat).

130, 831 (1959). — [8] KROGH, CHR. V.: In Die Evolution der Organismen, 2. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer 1959. — [9] KURTH, G.: a) L'Anthropologie. Paris 1960; b) Preßburg. Acta (im Druck) 1960; c) Naturwiss. Rdsch. 13, 215 (1960). — [10] LACK, D.: Darwin's Finches. Cambridge: Cambridge University Press 1947. — [11] LEAKEY, L. S. B.: a) Nature [London] 182, 491 (1959); b) Ill. Lond. News 235, Nr. 6268, 288 (1959). — [12] NAPIER, J. R.: Fossil metacarpals from Swartcrans. Fossil Mammals of Africa No. 17. Brit. Museum, London 1959. — [13] OAKLEY, K. B.: a) Man the toolmaker, 2. Aufl. Brit. Museum, London 1950; b) Antiquity 31, 199 (1957); c) The Leech, XXVIII, Nos 3—5, ohne Seitenzahl und Jahr, Sonderdruck, printed Johannesburg. — [14] ROBINSON, J. T.: a) Amer. J. Phys. Anthr. 16, N. S. 4, 397 (1958); b) Nature [London] 182, 583 (1959). — [15] WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter, I. u. II. Stuttgart: Ferdinand Enke 1954 u. 1958.

Göttingen, Zoologisches Institut der Universität

Eingegangen am 7. Januar 1960

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Mangan-Zink-Ferrite mit spontaner Isopermschleife

An magnetisch isotropen Ferriten findet man neben normalen Magnetisierungsschleifen mit etwa 40 bis 60% relativer Remanenz auch rechteckförmige und eingeschnürte (Perminvar-) Schleifen[1]). Eine von kaltgewalzten (anisotropen) Eisen-Nickel-Legierungen her bekannte schrägliegende (sog. Isoperm-) Schleife mit geringer Remanenz[2]) wurde bisher an Ferriten nur beobachtet, wenn diese magnetisch anisotrop waren*), nämlich an Kernen aus Perminvarferrit, die in einem magnetischen Querfeld getempert worden waren[3]).

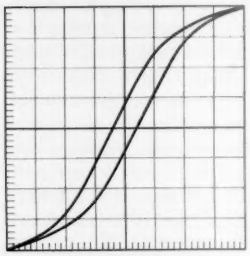


Fig. 1. Schrägliegende Magnetisierungsschleife eines magnetisch isotropen Mangan-Zink-Ferrits. $Mn_{0,46}Zn_{0,17}Fe_{0,97}O \cdot Fe_2O_3$. Aussteuerung: $\hat{H} = 0{,}75$ Oe, $\hat{B} = 2900$ G

Jetzt wurden derartige Isopermschleifen auch an magnetisch isotropen Ferriten gefunden, und zwar in einem schmalen Bereich der Mangan-Zink-Ferrite. Fig. 1 zeigt die Schleife eines Ferrits der Zusammensetzung (Einwaage) 52,5 Fe_2O_3: 23,5 MnO: 24 ZnO in Mol-%. Es wurde aus sehr reinen Oxyden hergestellt, bei etwa 1280° C gesintert und in Stickstoff abgekühlt. Die Anfangspermeabilität μ_a beträgt 4350, die Maximalpermeabilität μ_{max} 5540; das Verhältnis μ_{max}/μ_a ist 1,27, die relative Remanenz 15%.

Da der Kern nicht in einem Magnetfeld getempert wurde, liegt eine spontane Isopermschleife vor. Der Kern ist magnetisch isotrop, denn aus dem ursprünglichen Kern herausgeschliffene kleine Ringkerne mit abweichender Achsenrichtung haben die gleiche Schleifenform. Infolge der hohen Dichte des Kerns von etwa 4,7 g/cm³ und nach Ausweis von Messungen der idealen Magnetisierungskurve (bei verschiedenen Temperaturen) wird die schrägliegende Magnetisierungsschleife nicht durch scherende Poren[4]) hervorgerufen. Die Isopermschleife existiert in einem breiten Temperaturgebiet, besonders in jenem Bereich, in dem die Permeabilität das bei vielen Mangan-Zink-Ferriten beobachtete Maximum unbekannter Ursache hat[5]),[6]). Wir vermuten, daß die hohe Anfangspermeabilität der Isopermferrite in diesem Gebiet durch eine besonders große Zahl von Blochwänden verursacht wird, daß also die Wandenergie hier klein ist. Nach GOODENOUGH [7], Formel (7')] besteht bei geringer Wandenergie und hoher Sättigungsmagnetisierung (wie sie die Mangan-Zink-Ferrite haben) die Möglichkeit, daß sich Keime für die Ummagnetisierung schon bei abnehmender, aber noch positiver**) Feldstärke bilden. Die wahrscheinlich in großer Zahl entstehenden Ummagnetisierungskeime oder ummagnetisierten Bezirke vermindern die remanente Magnetisierung. Wieweit Drehprozesse beteiligt sind, konnte bisher nicht entschieden werden. Sintert man ein solches Ferrit auf geringere Anfangspermeabilität von etwa 2000 oder weniger, so nähert sich die Schleife der normalen Form.

Wernerwerk für Bauelemente der Siemens & Halske AG, München

M. KORNETZKI, E. MOSER und E. RÖSS

Eingegangen am 6. April 1960

*) Auch Kerne, die unter äußerer mechanischer Spannung stehen, sind magnetisch anisotrop.

**) Die Richtung des Feldes steht noch entgegen der Magnetisierung in den Keimen.

[1]) KORNETZKI, M.: Elektrotechn. Z. A 80, 606 (1959). — [2]) BOZORTH, R. M.: Ferromagnetism. Fig. 5—30, 5—72. Toronto-New York-London: van Nostrand 1951. — [3]) KORNETZKI, M., J. J. BRACKMANN u. J. FREY: a) Siemens-Z. 29, 434 (1955); b) Siemens-Z. 32, 412 (1958). — [4]) Ferrite mit scherenden Poren siehe französ. Pat. 1060311 v. 16. 7. 1952. — [5]) GUILLAUD, C.: Proc. Instn. Electr. Eng. B 104, Suppl. 5, 165 (1957). — [6]) ENZ, U.: Physica 24, 609 (1958). — [7]) GOODENOUGH, J. B.: Physic. Rev. 95, 917 (1954). Siehe auch [2]), S. 506.

Zum Stromverhältnis I_{max}/I_{min} von Tunneldioden

ESAKI[1]) fand beim Studium der inneren Feldemission in schmalen p-n-Übergängen, die durch die allbekannte Legierungstechnik erzeugt wurden (beide Seiten des p-n-Überganges sehr hoch dotiert), eine anomale Strom - Spannungs - Charakteristik in Durchlaßrichtung. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, besitzt die Charakteristik ein Strommaximum und ein Strominimum, dazwischen ein Gebiet negativen differentiellen Widerstandes. Dieses Verhalten wird der quantenmechanischen Tunnelung der Ladungsträger vom Leitungs- in das Valenzband (bzw. umgekehrt) zugeschrieben [genaueres s. [1])].

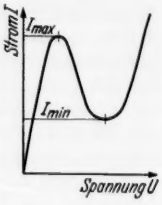


Fig. 1. Durchlaß-Charakteristik einer Tunnel-Diode (schematisch).

In letzter Zeit hat dieses Bauelement, die „Tunneldiode", in der Schaltungs-, Speicher- und Hochfrequenztechnik größere Bedeutung erlangt, wobei u. a. ein möglichst großes Stromverhältnis gefordert wird. Im Verlauf unserer Versuche, das Stromverhältnis zu verbessern, zeigte sich, daß dieses von der Einlegierungszeit t_L sehr stark abhängt, wenn man folgende Parameter konstant hält:

1. Die Dotierung des Ausgangshalbleitermaterials (z. B. hochdotiertes p-Germanium);
2. die Menge, Geometrie und Zusammensetzung der einzulegierenden Umdotierungspille (z. B. Au-P, Au-Sb, Au-As, Sn-As, usw.);
3. die Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit und
4. die Legierungstemperatur T_L.

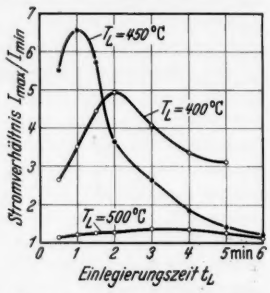


Fig. 2. Abhängigkeit des Stromverhältnisses von Tunnel-Dioden von der Einlegierungszeit t_L (näheres s. Text).

Fig. 2 zeigt das Verhalten am Beispiel von Germanium-Tunneldioden (Ge mit Ga dotiert, Sn-As-Umdotierungspillen mit 1 mm ⌀ und 0,1 mm Dicke, Aufheizgeschwindigkeit 60°/min, Abkühlungsgeschwindigkeit 20°/min). Bei der Aufnahme der einzelnen Meßpunkte ist es gleichgültig, ob man für jeden Meßpunkt immer dieselben Exemplare verwendet oder ob man dazu jeweils neue legiert.

Herrn Dr. K. H. J. ROTTGARDT und Herrn Dr. G. HELWIG danke ich für die interessante Aufgabenstellung, Frl. I. WOLFSTEINER für die Ausführung der Versuche.

Standard Elektrik Lorenz AG, Bauelementewerk SAF, Nürnberg

MICHAEL MICHELITSCH

Eingegangen am 23. März 1960

[1]) ESAKI, L.: Physic. Rev. 109, 603 (1958).

Elastische Schwingungen von Quarzplatten in stationären elektrischen Feldern

Im Rahmen einer Untersuchung über erzwungene Kationenwanderung in Quarzkristallen wurden senkrecht zur optischen Achse geschnittene Quarzplatten bei verschiedenen Temperaturen und Feldstärken zwischen Metallelektroden in getrocknetem Inertgas elektrolysiert.

Bei Verwendung von Silber und Kupfer als Anodenmaterial ist meistens, bei Gold nur selten, sofort nach dem Einschalten der Gleichspannungsquelle das Auftreten von elastischen Schwingungen akustisch als Pfeifen wahrnehmbar. Aus dem Effekt resultiert eine Wechselstromkomponente des Kristallstromes, die ausgekoppelt und mit dem Kathodenstrahloszillographen registriert werden konnte. Auf diesem Wege erfolgten Frequenzmessungen und Amplitudenvergleiche.

Die beobachteten Frequenzen liegen zwischen 5 und 100 kHz. Bei einzelnen Versuchen wurde die Frequenz bei im allgemeinen sinusartiger Kurvenform bis zu 30 min praktisch konstant gefunden. In anderen Fällen machten sich auch verschiedenste Überlagerungsformen und Instabilitäten bemerkbar.

Die Kristalltemperatur scheint nicht ohne Einfluß auf die Frequenz zu sein. Ein Vergleich der bei 500 und 750° C gemessenen Perioden liefert für 500° C deutlich kleinere Werte und somit höhere Frequenzen. Beim Silber zeigte sich bei Temperaturen zwischen 400 und 800° C und bei Feldstärken zwischen 70 und 500 V/cm, daß die Frequenz durch Feldstärkeänderungen nicht beeinflußt wurde. Die Feldstärkeerhöhung (und das damit verbundene Anwachsen des Elektrolysestromes) bewirkte lediglich eine Vergrößerung der Amplitude. Bei konstanter Feldstärke nahm die Amplitude zusammen mit dem Kristallstrom im Laufe der Zeit ab.

Der Schwingungsvorgang wird als Resonanzeffekt gedeutet. Durch den oft mehrere Milliampere betragenden Ionenstrom und durch den damit verbundenen Massetransport entlang der c-Achse wird der Kristall in einer seiner Resonanzfrequenzen zu Schwingungen angeregt, die offenbar in Achsenrichtung erfolgen. Die Halterung übt einen dämpfenden Einfluß auf das System aus.

Bei Elektrolysen zwischen Platin- und Kohleelektroden wurden die hier beschriebenen Schwingungen niemals beobachtet. Auch der bei Elektrolysen senkrecht zur c-Achse nachgewiesene Lithium- und Wasserstoffionenstrom ließ keine Schwingungen entstehen.

Durch das Einleiten von Formiergas nach Beginn der Elektrolyse wurde der Schwingungseffekt immer ausgeschaltet. Wenn von Anfang an in dieser Atmosphäre gearbeitet wurde, trat er niemals auf. Dies ist darauf zurückzuführen, daß in stark wasserstoffhaltigem Milieu eine Wanderung der Kupfer- und Silberionen selbst bei hohen Temperaturen praktisch vollkommen unterbunden wird. Der unter diesen Bedingungen z. B. bei Silberanoden um etwa 3 bis 4 Größenordnungen kleinere Strom, getragen vor allem durch Alkali- und Wasserstoffionen, reicht für eine Anregung nicht aus.

Es soll noch bemerkt werden, daß die oft im Innern der Kristalle auftretende Abschneidung von Kupfer- und Silberschichten auf den 0001-Ebenen ohne bedingenden Einfluß auf den Schwingungseffekt ist. Die Schwingungen treten nämlich auch bei Gold auf, wo sich nie Schichten bildeten, wie auch bei Silberelektroden, gleichgültig, ob sich nun Schichten bilden oder nicht.

Institut für Kristallographie und Petrographie der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich/Schweiz

H. H. Pfenninger

Eingegangen am 16. April 1960

Ein Mechanismus bei der Elektrolyse von Quarz

Die elektrische Leitfähigkeit des Quarzes ist häufig untersucht worden [1]). Von den dabei stattfindenden atomistischen Vorgängen scheint aber nur die Wanderung von Alkali- und anderen Metallionen experimentell bewiesen zu sein [2]). Andererseits können in Silikatgläsern die zur Kathode wandernden Alkaliionen durch aus der Atmosphäre einwandernde Protonen ersetzt werden [3]). Wir haben diesen Mechanismus auch beim Quarz festgestellt. In einer früheren Arbeit [4]) wurde gezeigt, daß einige UR-Absorptionsbanden der 3 μ-Gruppe der OH-Valenzschwingung des Quarzes zuzuordnen sind. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, eine eventuelle Änderung der Protonenkonzentration bei der Elektrolyse zu verfolgen. Wir führten verschiedene Elektrolysen mit Pt-Elektroden durch (Temperatur 500 bis 700° C, Feldstärke 200 bis 300 V/cm parallel c-Achse, Dauer 5 bis 20 Std) und erhielten folgende Resultate:

Im „elektrolysierten Teil" (in dem parallel der c-Achse unterhalb der Anode liegenden Teil des Kristalles) beobachtet man eine Verstärkung der OH-Banden, wenn bei Temperaturen von etwa 500° C in gewöhnlicher, H_2O-haltiger Atmosphäre elektrolysiert wurde. Bei Versuchen in getrockneter und dann mit D_2O versetzter Atmosphäre treten neue OD-Banden auf, während die integrale Absorption der ursprünglichen OH-Banden praktisch unverändert bleibt. Dies beweist, daß neues D^+ bzw. auch H^+ aus atmosphärischem D_2O bzw. H_2O in den Kristall wandert und es sich nicht nur um eine eventuelle Umlagerung einer vorher nicht erfaßten Wasserstoffbindung oder andere Effekte handelt. [Bereits Wood [5]) hatte bemerkt, daß in manchen Quarzkristallen Banden der 3 μ-Gruppe bei der Elektrolyse verstärkt werden, hatte die Banden aber Elektronenübergängen an Störstellen zugeschrieben.] Daneben kann eine Intensitätsänderung analog dem in [4]) beschriebenen Erhitzungseffekt eintreten, d.h. Abbau der Bande bei 2,88 μ und entsprechende Verstärkung der Bande bei 2,95 μ. Die „nichtelektrolysierten" Teile des Kristalles (außerhalb des Raumes, der durch Projektion der Anode auf die Kathode parallel der c-Achse entsteht) zeigen keine oder wesentlich geringere Veränderungen des UR-Spektrums. Bei größerer Schichtdicke (etwa 10 mm) traten bei unseren Elektrolysebedingungen die beschriebenen Effekte nur in der Gegend der Anode auf. (In der Gegend der Kathode blieb das Spektrum unverändert.) Die beschriebenen Veränderungen wurden von Kristall zu Kristall verschieden stark gefunden. Es gibt auch Kristalle, die durch Elektrolyse überhaupt keine Änderung des Spektrums im 3 μ-Gebiet erfahren.

Im „elektrolysierten" Teil einer Quarzscheibe, die durch Elektrolyse eine Verstärkung der OH-Banden erfuhr, konnten durch Spektralanalyse gerade noch Alkaliionen nachgewiesen werden, während im angrenzenden Teil ein mindestens 10mal größerer Gehalt an Na gefunden wurde. Ein Quarz, der durch Elektrolyse keine Veränderung der OH-Banden erfuhr, enthielt bereits im „nichtelektrolysierten" Teil praktisch keine Alkalien. Daraus folgt, daß Alkaliionen (Li^+ und Na^+), falls der Quarz solche enthält, zur Kathode wandern und von der Anode her durch Protonen ersetzt werden können, die durch Zersetzung von atmosphärischem H_2O entstehen. [Analoges Verhalten wurde von Pfenninger und Laves [6]) auch bei der Elektrolyse senkrecht zur c-Achse gefunden.] Bei dieser Zersetzung bildet sich an der Anode Sauerstoff, der eventuell das Anodenmaterial oxydieren kann [7]).

Bei Temperaturen von etwa 700° C in D_2O-haltiger (praktisch H_2O-freier) Atmosphäre verschwinden die OH-Banden und es erscheinen gleich starke oder stärkere OD-Banden. Es kann demnach ein D^+- bzw. auch H^+-Strom durch den Kristall hindurchfließen, wobei der D_2O- bzw. H_2O-Gehalt der Luft den Kreislauf schließt. Ob daneben noch andere Ionen wandern, läßt sich diesen qualitativen Versuchen nicht entnehmen. Die Versuche legen nahe, daß bei der Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Quarz (mindestens in einem gewissen Temperatur- und Konzentrationsbereich) die Angabe des H_2O-Partialdruckes bzw. der Konzentration anderer Protonenlieferanten der Atmosphäre erforderlich ist, da diese an der Elektrolyse mitbeteiligt sind.

Es liegen Anzeichen vor, daß andere Effekte auftreten können, wenn an Stelle des indifferenten Platins andere (z. B. Ag-) Elektroden verwendet werden.

Institut für Kristallographie und Petrographie der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich/Schweiz

H. Wondratschek, G. O. Brunner und F. Laves

Eingegangen am 16. April 1960

[1]) Zum Beispiel Eitel, W.: The Physical Chemistry of the Silicates. Chicago 1954. — Wenden, H. E.: Amer. Mineralogist **42**, 859 (1957). — [2]) Zum Beispiel Warburg, E., u. F. Tegetmeyer: Nachr. Ges. Wiss. Göttingen 210 (1888). Ref. in Z. Kristallogr. **13**, 510 (1889). — Verhoogen, J.: Amer. Mineralogist **37**, 637 (1952). — [3]) Manegold, E., u. F. A. Schneider: Z. physik. Chem., Abt. A **158**, 197 (1932). — Stueber, C.: Z. physik. Chem., Abt. A **172**, 401 (1935). — [4]) Brunner, G., H. Wondratschek u. F. Laves: Naturwissenschaften **46**, 664 (1959). — [5]) Wood, D. L.: J. Chem. Physics **27**, 1438 (1957). — [6]) Pfenninger, H., u. F. Laves: Naturwissenschaften **47**, 276 (1960). — [7]) Lietz, J., u. W. Münchberg: Naturwissenschaften **44**, 487 (1957); Glastechn. Ber. **31**, 121 (1958); sowie Lietz, J., u. M. R. Hänisch: Vortrag (Zürich, Sept. 1959) über Rauchquarzfärbung (wird erscheinen in „Report on the 1. General Meeting of the Internat. Mineralogical Assoc., Madrid 1960"). Die Oxydation von Spektralkohle, die bei der Elektrolyse von Quarzglas sowie Quarz als Anodenmaterial benützt wurde, wird von diesen Autoren als Indiz für eine elektrolytische Wanderung von Sauerstoffionen aus dem Quarz angesehen.

Kationenwanderung und Farbzentrenbildung bei der Elektrolyse von Quarzplatten senkrecht zur *c*-Achse

Es ist bereits lange bekannt[1]), daß Quarz parallel der *c*-Achse elektrolytische Leitfähigkeit besitzt. Experimente, welche auch senkrecht zur *c*-Achse stattfindende elektrolytische Leitung beweisen, sind hingegen noch nicht beschrieben, wenn man von den kurzen Bemerkungen WENDENS[2]) absieht, der auf Grund nicht näher beschriebener Versuche Indizien dafür gefunden hat, daß auch eine geringe Ionendiffusion in Richtungen stattfinden kann, welche von der *c*-Richtung abweichen. Im folgenden sei daher über Elektrolysen von Quarz senkrecht zur *c*-Achse berichtet.

Genau parallel zur optischen Achse und parallel zu einer Prismenfläche oder senkrecht zur *a*-Achse orientierte Quarzplatten (von einigen Millimetern Dicke) wurden zwischen Platinelektroden bei Temperaturen um 850° C im trockenen Stickstoff- oder Argonstrom wenige Stunden elektrolysiert. Die verwendeten Feldstärken lagen zwischen 1,3 und 2,0 kV/cm.

Nach der Elektrolyse zeigte sich bei unveränderter Anodenseite auf der Kathodenseite des Quarzes stets ein gut sichtbarer, genau dem Anodenquerschnitt entsprechender, weißer

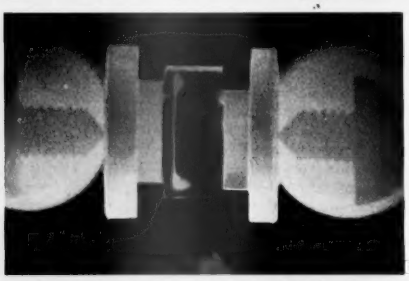


Fig. 1. Farbzentren 10,5 min nach Anlegen der Spannung. Rechts Anode, 1,36 kV/cm, 820°C

Belag. Die Kristalloberfläche war zudem an diesen Stellen deutlich verglast. Ein spektralanalytischer Vergleich des Anoden- und Kathodengebietes sowie des „nicht elektrolysierten" Teiles des gleichen Stückes ergab eine etwa 50- bis 100fache Zunahme des Lithiumgehaltes in dem Gebiet ganz nah der Kathode. Dieser Befund wird als eine Wanderung der natürlich vorhandenen Lithiumverunreinigung der verwendeten Quarzplatten gedeutet. Versuche an Quarzplatten mit durchElektrolyse parallel zu *c* künstlich erhöhtem Lithiumgehalt lieferten analoge Resultate.

Diese Elektrolyse ist mit dem Auftreten von in der Kälte braunschwarzen, bei der Arbeitstemperatur hell leuchtenden Farbzentren verbunden. Sofort nach Anlegen der Spannung an den Kristall wandert eine zuerst strichförmige, helle „Front" aus der Anode in Richtung Kathode. Die Länge und Breite der Front (s. Fig. 1) wachsen mit der Zeit etwas an. Die Farbzentren wandern schließlich bis zur Kathode und verschwinden dort. Selbst nach langer Elektrolysezeit entstehen an der Anode keine neuen Farbzentren; der Kristall bleibt ungefärbt. Von LIETZ und HÄNISCH für die Elektrolyse in *c*-Richtung beschriebene Farbzentren neben dem Anodenraum[3]) wurden nicht beobachtet, vielleicht weil sich die farblose Hofzone[3]) bei den hier benützten Feldstärken bis zur Probenbegrenzung erstreckt. Die anfängliche Wanderungsgeschwindigkeit der Wolkenfront beträgt bei 820° C und 1,36 kV/cm etwa 0,2 mm/min und scheint mit fortschreitender Annäherung an die Kathode abzunehmen.

Polt man noch vor dem Auswandern der Wolke an der Kathode die Spannung um, so wandert die Wolke nicht in der umgekehrten Richtung, sondern löst sich an Ort und Stelle praktisch vollkommen auf. Nach einiger Zeit tritt dann aus der ursprünglichen Kathode, die jetzt Anode ist, eine entsprechende Wolke aus, die ihrerseits zu wandern beginnt. Polt man die Spannung wieder um (womit die Ausgangslage hergestellt ist), so erscheint die erste Wolke wieder an der alten Stelle, und die erzeugte Gegenwolke verschwindet. Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden. Läßt man die erste Wolke bis an den Ort der Gegenwolke fortschreiten, so tritt dort Entfärbung ein. Ähnliche Beobachtungen machten LIETZ und HÄNISCH[3]) bei Quarzelektrolysen in der *c*-Richtung.

Die Wanderung der kleinen Lithiumionen ließ auch die Wanderung von Wasserstoffionen vermuten, zumal ja auch die abgewanderte positive Ladung der Li-Ionen durch positive Einwanderung oder negative Abwanderung kompensiert werden muß.

Um diese Frage abzuklären, wurden die Versuche unter sonst gleichen Bedingungen im Stickstoffstrom begonnen, und es wurde dann einige Minuten nach Beginn der Elektrolyse befeuchtetes Formiergas (75% N_2, 25% H_2) eingeblasen. Danach war oft für kurze Zeit ein deutliches Ansteigen des Elektrolysestromes feststellbar, was auf eine Beteiligung des H_2 bzw. H_2O an der Elektrolyse deutet.

Nach der Elektrolyse wurden die Absorptionsbanden[4]) um 3 μ untersucht und die gefundenen Werte sowohl mit denen vor dem Versuch als auch mit jenen für eine Referenzprobe verglichen, die sich während des ganzen Versuches in einem gesonderten Schiffchen an der Kathode befand. Auch wurde ein Vergleich zwischen „nicht elektrolysierten" und „elektrolysierten" Partien des gleichen Stückes angestellt. Es ergab sich für den „elektrolysierten" Teil eine starke Zunahme der Bande bei 2,95 μ, also eine Zunahme des OH- bzw. Wassergehaltes, wodurch auch eine Wanderung von Wasserstoffionen senkrecht zur *c*-Achse bewiesen ist. [Siehe hierzu [5]).] (Der Abbau der 2,88 μ-Bande zugunsten der 2,95 μ-Bande, welcher bei den hier verwendeten Versuchstemperaturen einzutreten pflegt[4]), wurde bei diesem Vergleich berücksichtigt.)

Die vorstehend beschriebene Einführung größerer Mengen von Wasserstoff (pro Zeiteinheit) scheint ohne Einfluß auf die Bildung und das Verhalten der Farbzentren zu sein, da in dieser Beziehung kein abweichendes Verhalten beobachtet wurde.

Eine ausführliche Darstellung der Untersuchungen folgt später an anderem Ort.

Institut für Kristallographie und Petrographie der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich/Schweiz

H. H. PFENNINGER und F. LAVES

Eingegangen am 16. April 1960

[1]) Siehe z.B. GIBSON, G., u. R. VOGEL: J. Chem. Physics **18**, 1094 (1950). — [2]) WENDEN, H.E.: Amer. Mineralogist **42**, 859 (1957). — [3]) LIETZ, J., u. M.R. HÄNISCH: Naturwissenschaften **46**, 67 (1959). — [4]) BRUNNER, G., H. WONDRATSCHEK u. F. LAVES: Naturwissenschaften **46**, 664 (1959). — [5]) BRUNNER, G., H. WONDRATSCHEK u. F. LAVES: Naturwissenschaften **47**, 275 (1960).

Fluorescence Spectra of Coordinated Holmium and Thulium Ions

Spectroscopic studies have shown that all anhydrous rare earth trichlorides fluoresce[1]), but only Sm^{+3}, Eu^{+3}, Gd^{+3}, Tb^{+3}, and Dy^{+3} ions emit strongly in the hydrated salts[2]). Hydrated inorganic crystals of the remaining rare earths do not fluoresce at all or fluoresce so weakly that the emission has not been photographed. Therefore, no fluorescence spectra of these remaining ions in an oxygen coordination sphere have been published. Fluorescence is exhibited, however, by all rare earth activated phosphors[3]), but the valence of the lanthanide ion as well as the symmetry of its environment is not well defined. Consequently, the spectra cannot be easily interpreted.

In this note we report the observed emission spectra of the trivalent thulium and holmium ions in a reproducible oxygen coordination sphere. Chelates of these ions were irradiated with near ultraviolet light and the prominent fluorescence lines are tabulated below.

Table. *Prominent fluorescence lines for chelates of trivalent thulium and holmium ions.* Wavelengths are in Angstroms in air

Tm(benzoylacetonate)$_3$	4712	4729	4743	4785	4816	4851*)	6496	6617
Ho(dibenzoylmethide)$_3$	6578	6587*)	6619	6650*)				
Ho(benzoylacetonate)$_3$	6588		6601					

*) Shoulder.

Current studies in this laboratory have shown that the relative line emission intensities from chelated rare earth ions parallel closely the relative emission intensities observed from the hydrated crystals. There is, however, a considerable enhancement of the emission intensities of the chelated ions compared to hydrated ones as evidenced by the intense emission observed from relatively low concentrations of the complexes. Consequently, this has permitted us to photograph fluorescence spectra from several oxygen coordinated rare earth ions which emit too weakly from the hydrated salts for the spectra to be recorded conveniently.

The chelates were irradiated with 3650 Hg light while dissolved in a rigid hydrocarbon matrix at a concentration

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

Vorschau auf die vom 25. bis 28. September 1960 in Hannover stattfindende 101. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte und die damit verbundene Schultagung

Unter dem Vorsitz von Herrn Professor Dr. R. WAGNER, München, findet vom 25. bis 28. September 1960 in Hannover die 101. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte statt. Dieser Versammlung geht am Vormittag des 25. September eine Schultagung voraus, die Herr Professor Dr. H. BEHNKE, Münster, leitet. Zum Thema „Die Gestaltung der Oberstufe der Gymnasien und der Übergang zur Universität" sprechen die Herren Professor Dr. K. BOSL, Würzburg, Professor Dr. W. FLITNER, Hamburg, und Oberstudiendirektor Dr. F. MUTSCHELLER, Karlsruhe.

Die 101. Versammlung wird am Nachmittag des 25. September durch Herrn Dr. O. REULEAUX, Hannover, eröffnet. Nach den Begrüßungsansprachen hält den Festvortrag der Vorsitzende, Herr Professor Dr. R. WAGNER, München, über „Wandel der Betrachtungsweise des Lebenden".

Die wissenschaftlichen Sitzungen des 25. und 26. September stehen unter dem Leitthema:

Neue Denkweisen in Naturwissenschaften und Medizin.

Am Vormittag des 26. September 1960 werden zum Thema „*Neue gedankliche Werkzeuge*" folgende Vorträge gehalten:

Das Vordringen der Mathematik in Naturwissenschaft und Medizin

Von L. SCHMETTERER, Hamburg

Die enge Verflechtung der „anorganischen Naturwissenschaften", wie Physik, Astronomie und Meteorologie, mit der Mathematik reicht schon ins klassische Altertum zurück und ist uns seit den Tagen eines Gallilei und Newton zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Eine noch nicht weit zurückliegende und faszinierende Erscheinung ist jedoch das Eindringen der Mathematik in die Biologie und Medizin. Es kann kein Zweifel bestehen, daß es sich hier um eine Entwicklung von großer Tragweite handelt, die auch berufen sein wird, eine Rolle im Streit zwischen Mechanismus und Vitalismus zu spielen. Zwei Kanäle sind es, durch die die Mathematik in die „organischen Naturwissenschaften" eindringt. Einerseits bedienen sich Biologie und Medizin in zunehmendem Maße neben beschreibenden und qualitativen Methoden der quantitativen Methode des Messens. Damit ist aber die mathematische Rechentechnik zum Werkzeug dieser Wissenschaften geworden. Die Verfeinerung der modernen Meßmethode und der große Aufschwung der mathematischen Rechentechnik sind daher nicht ohne Rückwirkung auf Biologie und Medizin geblieben. Hier spielt aber die Mathematik noch eine sekundäre Rolle. Wesentlich tiefer greifend ist jedoch die Verwendung mathematischer Modelle, wie z.B. mathematischer Krebsentstehungsmodelle oder mathematischer Modelle für die Entwicklung einer Population. Der Aufschwung der modernen Wahrscheinlichkeitsrechnung hat das Seine dazu beigetragen, die Aufstellung solcher Modelle zu fördern. Außerdem stehen die organischen Naturwissenschaften vor der schwierigen Aufgabe, das sich stetig vermehrende Material an empirisch gefundenen Ergebnissen zu sichten und zu ordnen. Dies kann nur im Wege eines Abstraktionsprozesses geschehen, der das Eindringen der Mathematik fördert.

Zur Informationstheorie

Von N. WIENER, Cambridge, Mass.

Der Vortrag wird sich mit Gehirnwellen-Spektren befassen. Um diese zu berechnen, bildet man die Autokorrelationen der Wellen, und die gewonnenen Spektren entsprechen genau den Interferenzfrangen, die man bei interferometrischen Messungen beobachtet.

In beiden Fällen wird das Spektrum aus der Fourierschen Transformierten der Interferenzfrangen berechnet. Gesetzt den Fall, der bei vielen Gehirnwellen auftritt, daß alle Frequenzen innerhalb eines engen Frequenzgebietes liegen, gibt es Methoden, die die Erzeugung der Fourierschen Transformierten erleichtern und die mit dem Prozeß, der englisch „heterodyning" benannt wird, eine enge Beziehung haben.

Mit solchen Methoden erhält man bei den Spektren von Gehirnwellen unerwartet enge Spektrallinien und Spektralabsorption. Die Bedeutung dieser Linien, ihre Anwendung in der Medizin, und die Art und Weise, in der sie erzeugt werden, sollen eingehend betrachtet werden.

Nachrichtenübertragung und Nachrichtenverarbeitung

Von K. KÜPFMÜLLER, Darmstadt

Nachrichtenübertragung und Nachrichtenverarbeitung kennzeichnen die beiden Aufgabengebiete der *elektrischen Nachrichtentechnik*. Bei der *Nachrichtenübertragung* sollen Nachrichten von einem Ort zu einem anderen übermittelt werden und am Empfangsort möglichst fehlerfrei eintreffen. Bei der *Nachrichtenverarbeitung* werden mehrere verschiedene Nachrichten nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten miteinander verknüpft; das Resultat ist eine neue Nachricht.

Der Begriff der Nachricht ist in den letzten Jahren wesentlich erweitert worden. Er wird auf alle Sinneswahrnehmungen des Menschen sowie auf alle Ergebnisse von Messungen angewendet, die Aufschluß über irgendwelche Vorgänge geben. Daher haben auch alle zeitlich in unvorhersehbarer Weise veränderlichen physikalischen Größen einen „Nachrichteninhalt".

Die verschiedenen Verfahren der Nachrichtentechnik, wie Verstärkung, Modulation, Rückkopplung, Filterung und die Entwicklung der dazu notwendigen Bauelemente ermöglichen den Aufbau der modernen Netze der Nachrichtenübertragung. Fragestellungen über die Grenzen der Nachrichtenübertragung haben zur „Informationstheorie" geführt. Diese gibt einen Einblick in die grundsätzlichen Zusammenhänge und zeigt, welche zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten im Prinzip bestehen.

Die elektrische Nachrichtenverarbeitung benützt die gleichen Bauelemente und Verfahren wie die Nachrichtenübertragung. Die erstaunlichen Erfolge der Nachrichtenverarbeitung in den letzten Jahren haben im wesentlichen zwei Ursachen, nämlich die Entwicklung der elektronischen Bauelemente mit ihrer hohen Zuverlässigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit und die Erkenntnis der gemeinsamen Gesichtspunkte und Grundsätze der Verknüpfung von Nachrichten. Damit wurde ein noch unübersehbares Feld von Anwendungsmöglichkeiten erschlossen; dazu gehören heute z.B. die Wählvermittlung der Telephonie, selbsttätige Steuerungen von Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen, selbsttätige

Stellwerke der Eisenbahnen, elektronische Rechenanlagen, elektronische Sortier- und Buchungsmaschinen. Bei diesen Anwendungen werden Beobachtungs- und Überlegungsvorgänge des Menschen, also auch Denkvorgänge, maschinell nachgebildet. Dies hat einerseits Anlaß zu der Frage nach der Anwendung der Gesetzmäßigkeiten der Nachrichtenübertragung und -verarbeitung auf Vorgänge im Organismus gegeben; die Kybernetik beschäftigt sich mit dieser Frage. Andererseits entstehen Fragen nach den Grenzen der maschinellen Darstellung menschlicher Denktätigkeit.

Technik der Steuerung und Regelung

Von W. Oppelt, Darmstadt

Technische Steuerungs- und Regelanlagen lassen sich in einzelne Bauglieder aufteilen. Diese Bauglieder können aufgefaßt werden als Elemente, in denen eine Nachricht (Information) auf einen Energiefluß einwirkt. Da auch dieser Energiefluß Träger von Informationen ist die durch seine Zustandsgrößen gegeben sind, bildet sich auf diese Weise ein Netz von Baugliedern aus, die durch Nachrichtenübertragung miteinander verbunden sind. In einem solchen Netzwerk ergeben sich bestimmte Probleme, z. B. die Frage nach der Stabilität der einzelnen Zustände. Diese Fragen werden durch die Regelungstheorie beantwortet. Da sich im lebenden Organismus ähnliche Vorgänge abspielen, ergeben sich viele oft überraschende Parallelen. Dies wird an einigen typischen Beispielen gezeigt. Sie lassen auch erkennen, daß die Betrachtung gewisser biologischer Vorgänge als Regelvorgänge zu neuen Ordnungsprinzipien für diese Vorgänge führt, in denen sich viele Zusammenhänge einfacher darstellen.

Pollenkörner, Punktverteilung auf der Kugel und Informationstheorie

Von B. L. van der Waerden, Zürich

I. Der Biologe P. M. L. Tammes hat vor 30 Jahren die Anzahl und räumliche Verteilung der Austrittsstellen auf Pollen in ihrer Abhängigkeit von der Pollengröße untersucht. Bei den Arten, bei denen die Austrittsstellen auf einem Kreis liegen (z. B. Fuchsia globosa) fand er eine lineare Abhängigkeit der Anzahl der Austrittstellen vom Durchmesser dieses Kreises. Bei den Arten aber, bei denen die Austrittstellen über die ganze Kugeloberfläche verteilt sind, fand er, daß ihre Anzahl ungefähr proportional dem Flächeninhalt wächst und daß die Anzahlen 4, 6 und 12 (daneben auch 8) bevorzugt waren; die Zahl 5 kam praktisch nicht vor.

II. Als Tammes mir davon erzählte, habe ich die Frage untersucht, wieviele Punkte auf einer Kugel von gegebener Größe, mit gegebenem Mindestabstand zwischen den Punkten möglich sind. Die Untersuchungen wurden später gemeinsam mit W. Habicht und K. Schütte fortgesetzt. Dabei ergab sich, daß für große Anzahlen von Punkten die Maximalzahl der Punkte bei festgehaltenem Mindestabstand genähert proportional zum Flächeninhalt der Kugel ist. Die Bevorzugung der Zahlen 4, 6 und 12 erklärte sich zwangslos aus der Theorie. Wenn 5 Punkte Platz haben, so haben auch 6 mit dem gleichen Mindestabstand auf derselben Kugel Platz, wie Tammes es vermutet hatte.

III. Vor 2 Jahren hielt Shannon in Berkeley einen Vortrag über Informationstheorie. Er stieß dabei auf Probleme der Verteilung von Punkten mit gegebenem Mindestabstand auf mehrdimensionalen Sphären. Die im dreidimensionalen Fall entwickelten Methoden ließen sich auch hier anwenden und führten zu einer Verschärfung der Ergebnisse von Shannon.

Der Nachmittag des 26. September 1960 bringt unter dem Thema:

Nachrichtenübertragung und Nachrichtenverarbeitung in Organismen

folgende Vorträge:

Systemanalyse der Lichtreaktionen eines einzelligen Pilzes

Von W. Reichardt, Tübingen

Die Sporangienträger von Phycomyces blakesleeanus wachsen — nach Ausbildung ihrer Sporangien — mit nahezu konstanter Geschwindigkeit. Ihr Wachstum ist auf eine Zone von 2 bis 3 mm beschränkt.

Bestrahlt man einen Sporangienträger von verschiedenen Seiten, so krümmt er sich zum Lichtschwerpunkt; er reagiert positiv phototropisch. Neben der phototropischen Reaktion existieren die sog. Lichtwachstumsreaktionen. Sie beziehen sich auf eine Reizsituation, in der die Wachstumszone des Sporangienträgers symmetrisch von zwei oder mehr Seiten bestrahlt wird. Hält man die Bestrahlung über längere Zeit konstant, so ist auch die Wachstumsgeschwindigkeit konstant. Wird die Bestrahlungsstärke dagegen vorübergehend geändert, so ändert sich auch die Wachstumsgeschwindigkeit des Sporangienträgers. Wachstumsreaktion und phototropische Reaktion sind offenbar eng miteinander verknüpft, da sie dasselbe Aktionsspektrum und die gleiche Adaptationskinetik aufweisen.

Zunächst werden für die Lichtwachstumsreaktionen die funktionellen Beziehungen zwischen „Reizeingang" und „Reaktionsausgang" entwickelt. Dies führt zur Aufstellung eines mathematischen Modells, dessen Leistungen nachrichtentheoretisch diskutiert werden. Das Modell erlaubt eine quantitative Reaktionsvoraussage auf beliebige Reizprogramme. Es wird gezeigt, wie sich aus dem mathematischen Modell ein chemisches Minimalmodell für die Wachstumsreaktionen entwickeln läßt. Ähnliche Überlegungen werden anschließend auf die phototropische Reaktion angewandt.

Abschließend werden Untersuchungen beschrieben, bei denen nicht die ganze Wachstumszone, sondern nur Teilbereiche bestrahlt wurden. Sie haben zu dem Ergebnis geführt, daß die Teilbereiche nicht autonom reagieren, sondern funktionell miteinander in Wechselwirkung stehen.

Wie sehen Insekten-Bewegungen

Von B. Hassenstein, Tübingen

Manche Leistungen von Organismen erfordern, um durchgeführt zu werden, ein bestimmtes, mathematisch definiertes Verhalten der zusammenwirkenden Funktionsglieder. Wie z. B. R. Jander [Z. vergl. Physiol. **40** (1957)] festgestellt hat, finden Ameisen den geraden Weg zwischen einem Ziel und ihrem Nest mit Hilfe einer *zeitlichen Integration*; (ihr ZNS integriert diejenigen Winkelstellungen der Sonne relativ zum eigenen Körper, die das Tier während seines — eventuell nicht geraden — Weges zwischen Ziel und Nest visuell wahrgenommen hat). Andere Beispiele werden in anderen Vorträgen dieser Tagung besprochen.

Das Insektenauge — untersucht wurden eine Käferart und die Biene — ist mit einem mathematisch besonders streng definierten physiologischen System verbunden, das für die *visuelle Wahrnehmung von Bewegung* verantwortlich ist. Die Augen der Insekten sind aus Fazetten zusammengesetzt. In der Funktion des Bewegungssehens treten je zwei von ihnen in Wechselwirkung miteinander. Prüft man diese Wechselwirkung mit Hilfe von geeigneten Experimenten auf ihre mathematische Form, so erweist sie sich als *Multiplikation* zwischen den jeweils aufgenommenen Helligkeitswerten *nach Betrag und Vorzeichen*. Wie weitere Versuche zeigten, erleiden die Helligkeitswerte bzw. die ihnen entsprechenden nervösen Repräsentationen vor dem Eintritt in die Multiplikation bestimmte zeitliche Transformationen. Wie die von W. Reichardt und D. Varjú [Z. Naturforsch. **14b** (1959)] durchgeführte mathematische Untersuchung offenbarte, bilden die beiden genannten Operationen miteinander ein System, das aus beliebigen optischen Situationen die *Information über Bewegungen* herauszu„filtern" vermag. Die von den Autoren vorausgesagten quantitativen Zusammenhänge zwischen Bewegungsgeschwindigkeiten und Reaktionen der Tiere bestätigten sich im Experiment, wobei die verschiedenartigsten Muster, von der statistisch regellosen bis zur regelmäßig sinusförmigen Helligkeitsvariation, in wechselnden Geschwindigkeiten geboten wurden. Die Wirksamkeit eines Musters auf die optomotorischen Reaktionen des untersuchten Käfers erwies sich als eindeutig definiert durch die „Autokorrelationsfunktion" der Helligkeitsvariationen im Muster, und durch die Relativ-Geschwindigkeit des Musters zum Auge.

Die Untersuchung der Bewegungswahrnehmung der Insekten ist damit ein Beispiel dafür, daß eine mathe-

matische Untersuchung das Verständnis für einen Zusammenhang zwischen sehr unterschiedlichen experimentellen Daten — Multiplikation und Bewegungsauswertung — erschließt, der auf anschauliche Weise nicht herzuleiten wäre. Der Test dafür, daß die mathematische Beschreibung die physiologischen Vorgänge wirklich adäquat wiedergibt, liegt in der experimentellen Nachprüfung quantitativer Konsequenzen der Theorie in möglichst unterschiedlichen Versuchssituationen.

Der Vormittag des 27. September 1960 steht unter dem Thema:

Steuerung und Regelung in der Biologie

Rückkoppelung und Regelung: ein Urprinzip des Lebenden

Von R. Wagner, München

Das Dasein — also der Bestand des Lebens — scheint in einer Welt, in der alles fließt, nur gewährleistet zu sein, wenn Einrichtungen vorhanden sind, welche bewirken, daß trotz aller Störungen aus der Umwelt sowohl dem Gesamtorganismus als auch den Zellindividuen, aus denen er besteht, eine möglichste Konstanz der Lebensbedingungen gesichert wird. Dies wird durch ein besonderes Organisationsprinzip des Lebenden erreicht. Jede lebenswichtige Betriebsgröße im Milieu der Zellen und in der Umwelt des Organismus wird durch einen Fühler kontrolliert, der das Ergebnis seiner Messung in ein Zentrum durch afferente Impulse meldet. Als Fühler fungiert immer jene Stelle im Organismus, die als locus minoris resistentiae für die jeweilige Zustandsänderung besonders empfindlich ist. Vom Zentrum aus wird dann efferent die Betriebsgröße durch einen Stellmechanismus derart geändert, daß diese möglichst wieder auf ihren ursprünglichen Wert zurückgeführt wird. Es wirkt also dieses System auf sich selbst zurück. Diese Rückkoppelung führt dazu, daß Impulse in einem Kreis herumlaufen, der in sich geschlossen ist. Der Vorgang in solchem System wird zur Voraussetzung seiner selbst. Es handelt sich um eine in sich geschlossene Kausalkette. Zum Zweck der Signalübermittlung wird ein verschwindend kleiner Energiestrom aus jenem Gesamtenergiestrom abgezweigt, der durch das lebende System hindurchgeht. Die Erregung, die in solchem Kreis umläuft, muß an einer Stelle des Kreises dazu führen, daß sich der Wirkungssinn nach Art einer Gegenkoppelung umkehrt; auch muß dieser Regelkreis die Eigenschaft haben, daß Signale nur in *einer* Richtung und nie umgekehrt weitergegeben werden können.

Für den lebenden Organismus kann man feststellen, daß zahlreiche lebenswichtige Mechanismen dem oben skizzierten Organisationsprinzip gehorchen. Erstmals wurde für die Vorderhornganglienzellen des Rückenmarks eine Rückkoppelung und das Walten eines solchen Regelkreises festgestellt, welcher der Krafteinstellung unserer Skelettmuskeln bei der Willkürbewegung dient. Für unser Auge ist das Pupillenspiel und auch die Akkommodation als Vorgang in einem Regelkreis zu verstehen, ebenso zeigt unser Blutkreislauf zur Einregelung des Blutdruckes und Minutenvolumens alle Zeichen, die einen Regler charakterisieren. Auch für die Thermoregulation ist ein grundsätzlich ähnliches auf Rückkoppelung beruhendes Organisationsprinzip vorhanden. Aber nicht nur Signalgebung auf dem Nervenweg wird zur Selbstkontrolle verwendet, sondern auch Stoffwechselprodukte und Hormone können solche Signalgebung bewirken. Diese Art von Nachrichtenübermittlung spielt im Organismus dort eine Rolle, wo die Entfernungen, die von Signalen durchlaufen werden müssen, entweder klein sind oder aber, wo der Organismus genügend Zeit hat, um die Wirkung einer Störung durch Gegenmaßnahmen rechtzeitig herauszukompensieren. Die Osmoregulation, die Einregulierung der CO_2-Spannung und der Wasserstoff-Ionen-Konzentration, die Konstanterhaltung des Blutzuckerspiegels sind so zu verstehen, ebenso wie die Regelung der Durchblutung in kleinsten Bereichen durch nutritive Kreislaufregulierung. Hier handelt es sich deutlich um einen Fall, wo ein im Fließgleichgewicht befindliches thermodynamisch offenes System von seinem Ausstoß auf seinen Eingang rückgekoppelt ist. Selbst für die Zellteilung läßt sich wahrscheinlich machen, daß ein Stoffwechsel-Regler hierbei eine Rolle spielt. Es scheint nicht allen biologischen Reglern zu gelingen, die Störung, welche den Anstoß zu Gegenmaßnahmen gegeben hat, in ihrer Wirkung völlig zu kompensieren. Bei manchen Systemen beobachtet man das Bestehenbleiben eines Restreizes. Weiterhin ist bei fast allen biologischen Reglern zu beobachten, daß nicht nur die absolute Abweichung der geregelten Größe von dem Wert, den sie haben soll, für die Gegenaktion ausschlaggebend ist, sondern auch noch die Änderung dieser Abweichung mit der Zeit. Die Fühler bzw. Receptorfelder besitzen meist eine Differentialquotientenempfindlichkeit für Zustandsänderungen nach der Zeit. Hieraus ergibt sich, daß diese Systeme in die Zukunft extrapolieren können, nach Art der PD-Regler der Techniker. Die Zukunftsträchtigkeit alles Lebenden läßt sich so als physikalisches Phänomen dem Verstehen näherbringen.

Die Regelungstheorie als methodisches Werkzeug der Verhaltensanalyse

Von H. Mittelstaedt, Seewiesen

Der Vortrag untersucht die Bedeutung der Regelungs- und Steuerungstheorie für die sinnes-, nerven- und verhaltensphysiologische Forschung. — Unbestritten haben von der Regelungstechnik übernommene mathematische Verfahren und Prüftechniken methodische Vorteile gebracht, und zweifellos haben regelungstheoretische Analogien und Modelle neue Fragestellungen angeregt. Die Frage ist indessen, ob die Einführung der Theorie in die Biologie, über neue Techniken und Modellvorstellungen hinaus, grundlegende Erkenntnisse geliefert hat, ja überhaupt zu liefern imstande ist.

Die These des Vortrags ist, daß die Regelungstheorie eine notwendige Rolle bei der experimentellen Analyse von zusammengesetzten biologischen Systemen spielt. An Beispielen wird ein Verfahren der Analyse von tierischen Verhaltensweisen entwickelt, das, obwohl stets hypothetische Teilprozesse und Verknüpfungen eingeführt werden, an keiner Stelle von der Forderung nach zwingender Schlüssigkeit abweicht. Dabei wird zunächst die Verhaltens-Leistung des ganzen untersuchten Systems möglichst genau definiert, dann die funktionell notwendigen Teilsysteme ermittelt und schließlich eine vollständige Liste derjenigen Verknüpfungsarten (= „Wirkungsgefüge") aufgestellt, die die untersuchte Leistung realisieren können. Die Regelungstheorie ermöglicht nun, das Verhalten der hypothetischen Wirkungsgefüge unter definierten Bedingungen vorauszusagen und damit schließlich zwischen ihnen experimentell zu entscheiden. — Die Grenzen der Anwendbarkeit des Verfahrens werden diskutiert.

Die Regelung der retinalen Beleuchtungsstärke

Von J. Stegemann, Dortmund

Leuchtet man mit einer Lampe in das Auge hinein, so verengert sich die Pupille. Diese Erscheinung nennt man den Pupillarreflex. In der Physiologie bezeichnet man als Reflex den Funktionsablauf, der über einen Reflexbogen läuft, der aus Receptor, afferenter Bahn, Umschaltstellen, efferenter Bahn und Erfolgsorgan besteht. Im vorliegenden Fall ist diese Beschreibung aber unvollständig, weil die nun verengte Pupille das Licht, das auf die Netzhaut fällt, wieder schwächt und damit auf den Receptor zurückwirkt. Netzhaut und Pupille sind also durchaus nicht nur zentral physiologisch miteinander verknüpft, sondern peripher physikalisch verbunden. Hier ist eine echte Analogie zu einer technischen Regelanlage vorhanden: Durch den Mechanismus wird — wie bei einem technischen Regelkreis — die Beleuchtungsstärke der Netzhaut weitgehend konstant gehalten. Die Netzhaut ist dabei das Meßwerk, das Zentrum das Regelwerk und die Iris das Stellglied des Regelkreises. Man kann also auch die gleichen Untersuchungsmethoden anwenden, die der Regeltechniker benutzt, um die Eigenschaften einer technischen Regelanlage kennenzulernen.

Es wird im Vortrag über Messungen am geschlossenen und aufgeschnittenen Regelkreis mit verschiedenen Funktionen der Störgröße berichtet werden. Die Messungen

erlauben Aussagen über die Güte des biologischen Regelkreises im Vergleich zu modernen technischen Regelanlagen. Daraus ergeben sich einige praktische Folgerungen, wie man die Beleuchtungsbedingungen im Straßenverkehr oder an Arbeitsplätzen einrichten muß, damit sie günstig an den vorhandenen Regelmechanismus angepaßt werden.

Zentralnervöse Korrekturen an der optischen Wahrnehmung

Von I. Kohler, Innsbruck

Einleitend wird ausgeführt, daß die Physiologie auch heute noch fruchtbare Impulse für die eigene Forschung aus der psychologischen Analyse (der „Phänomenologie") von Vorgängen gewinnt. Insbesondere, wenn es sich um ein so komplexes System, wie das der menschlichen Wahrnehmung handelt.

Was steuert nun die psychologische Analyse zum Thema zentralnervöser Korrekturen in der Wahrnehmung bei?

Es werden Anpassungsexperimente an veränderte optische Bedingungen, sog. „Brillenversuche" besprochen. Insofern eine Anpassung des visuellen Systems eintritt, kann man weiterfragen, *wo* der Ort dieser Anpassung liegt. Zu dieser letzteren Frage sind hauptsächlich monokulare Brillenversuche wichtig. Das Phänomen des „Transfer" (der Übertragung von Nacheffekten vom Versuchsauge auf das freie — oder verdeckte — Auge) ist hier von größter Bedeutung.

Aus den Resultaten solcher Versuche ergibt sich einerseits, daß Anpassung meist auf einer Änderung von *Erregbarkeiten* beruht. Andererseits muß (in den meisten Fällen) angenommen werden, daß der Ort dieser Änderungen *zentral* liegt. Periphere Reize spielen lediglich die Rolle von „Schaltern" für das jeweilige Niveau der Erregbarkeit, was für verschiedene Reize verschieden sein kann (bedingte Erregbarkeitssteuerung). In einem einzigen Falle scheint ein solcher Schaltvorgang (komplizierter Natur) schon in der Peripherie möglich zu sein. Dieser Fall betrifft das Farbensehen.

Es ist nicht mehr Aufgabe des Psychologen das korrespondierende „physiologische Substrat" dieser Vorgänge zu finden. Alles was er tun kann, ist die Klarstellung der relevanten Bedingungen der von ihm erforschten „Phänomene". Handelt es sich um komplexe Vorgänge wie hier, dann mag er versuchen ein strukturanaloges „Modell" der Beziehungen zu entwickeln, um nicht nur die einzelnen Daten sondern auch deren Verbindungen darzustellen.

Grenzen der Übertragbarkeit der Regelungslehre auf biologische Probleme

Von W. D. Keidel, Erlangen

Es werden zwei grundsätzliche Unterschiede zwischen technischer und biologischer Regelung herausgearbeitet. Beide hängen mit der Tatsache zusammen, daß erstens die komplizierteren Informationsverarbeitungen im Zentralnervensystem des Menschen und der höheren Tiere mit *Bewußtseinsinhalten* einhergehen und daß zweitens das eigentliche Ziel zumindest der menschlichen, wahrscheinlich auch der tierischen Funktion des ZNS nicht sowohl die *Speicherung* der Informationen ist, die über die Sinnesorgane und die Enteroceptoren zufließen (und ihre Verarbeitung), als vielmehr die Fähigkeit unwesentliche Informationsdetails wegzulassen, also zu *abstrahieren*. Diese Abstraktion (man denke etwa an den „Stil"-begriff) ist ein bisher in der Technik nicht verwendeter Weg zur Anhebung des Signal-Rausch-Abstandes. Die typisch menschliche Befähigung zu *Abstraktion*, *Antecipation* und *Intuition* kommt ganz offensichtlich durch Gehirnfunktionen zustande, die alle drei auf der Fähigkeit zum simultanen Weglassen von Information wie der zugeordneten Verfügung über einen sehr großen Speicher von Detailinformationen zustande und liefert damit erst die physiologische Grundlage zu sog. *schöpferischer* Tätigkeit. Da der Antrieb zu schöpferischer Tätigkeit aber — da er e definitione nicht automatenhaft fixiert, sondern flexibel sein muß — aus einem nicht dem Informationsspeicher angehörenden Bereich, z. B. aus „bewußten" oder „unbewußten" Stimmungen hervorgehen muß, d. h. in physiologischer Nomenklatur das Vorhandensein von „spezifischen" und „unspezifischen" Informationsleitungsbahnen voraussetzt, tritt als neues Problem die Frage nach *der* Instanz auf, welche die gegenseitige „Einflußgradänderung" an den beiden Informationsverarbeitungssystemen, diese spezielle Vermaschung, im Rahmen der höchsten Regelkreise des ZNS besorgt. Wenn hier das Problem nicht durch Postulierung eines Homunkulus zwischen Sensorik und Motorik, wie auch zwischen spezifischer und unspezifischer Sensorik nur umgangen werden soll, dann stellt dieses Wechselspiel zwischen objektiv faßbarem Wirkungsgefüge der Schaltungen und Einzelfunktionen des ZNS auf der einen und dem Antrieb (Kategorie Bewußtseinsinhalt) auf der anderen Seite nicht einfach einen aus verschiedenen Forschungsmethoden (z. B. Elektrophysiologie und experimentelle Physiologie und Psychologie) entspringenden Prallelismus (des Psycho-Physischen) dar, sondern enthält eine grundsätzlich das Lebendige auszeichnende Besonderheit der Funktion der informationsverarbeitenden Systeme des Menschen, die gerade nicht den Charakter der allgemeinverbindlichen Schaltung, des Gefüges, also einer starren Automatik trägt, sondern um so flexibler ist, je individueller die Verhaltensweise ausfällt, also je mehr sie sich vom ausgelösten Triebverhalten, etwa dem in der Massenpsychologie beschriebenen, entfernt und dem typisch menschlich-schöpferischen nähert. Die Frage, ob diese, die *Person* dem *Wirkungsgefüge* gegenüberstellende Betrachtungsweise aus dem Kompliziertheitsgrad allein erklärt werden kann (Beispiel Speicherkapazität Gehirn 10^{14} bit, Rechenmaschine 10^{6} bit, J. v. Neumann), wird diskutiert. Zusammenfassend wird geschlossen, daß die Denkweise der Regelungslehre dort ihre Domäne hat, wo im Biologischen automatisierte Homeostasis (Cannon) gefordert ist, also im Vegetativen und im Primitiv-Motorischen, oder, innerhalb der Tierreihe, beim primitiven Lebewesen bis herauf etwa zu den Insekten. Für höhere Funktionen des ZNS sind zwar auch Feedback-Systeme als Bausteine heuristisch zu fordern und experimentell nachweisbar, aber hier erlaubt doch die Regelungslehre noch keine Erklärung für die für die *Person* typischen Verhaltensweisen, die nicht automatenhaften, sondern individuellen Charakter haben. Hier kann eine Entwicklung weiterführen, die sich erst anbahnt: Die einfachsten vegetativen Regelungen, wie die im Dienste des Kreislaufs und der Atmung stehenden, wurden in Teilen schon im vorigen Jahrhundert unter Anwendung des *Energie*begriffes analysiert. Sie waren in Raum-Zeit-Koordinaten (etwa der Hämodynamik) beschreibbar. Entscheidende Fortschritte wurden erst in diesem Jahrhundert für sie und für kompliziertere motorische Systeme (R. Wagner), sowie für hormonelle Regelkreise durch Anwendung des *Informations*begriffes gemacht. Sie führten zur Darstellung der *Regelkreise*, die zwar auch innerhalb des Energiesatzes ablaufen, deren Wesen aber das *Schema* der Informationsverarbeitung, das Blockschema des Regelkreises, ist. Schon dieses setzt die Existenz einer außerhalb des individuellen Organismus existierenden Intelligenz voraus, die die Schaltung „zweckmäßig" anlegte, nachdem in der unbelebten Natur kein einziger Regelkreis bekannt geworden ist. Dieses Schema ist nicht mehr sinnvoll in Raum-Zeit-Koordinaten beschreibbar. Ebenso ist bei der Informationsverarbeitung in den Sinnesorganen ein Raum-Zeit-Muster nicht mehr unabdingbar erforderlich. Es genügt ein räumliches *oder* ein zeitliches Muster zum Entstehen eines Bewußtseinsinhaltes oder einer beobachtbaren Reaktion. Der Übergang zum Bewußtseinsinhalt endlich, der weder räumliche noch zeitliche Ausdehnung hat, für den diese Koordinaten überhaupt ungeeignete Maße sind, weist darauf hin, daß der Informationsbegriff schon in diese Gruppe von Funktionen des ZNS hineinreicht. Aber er vermag den Bewußtseinsinhalt noch nicht zu decken; denn auch er braucht immer noch eine Dimension, die Zeit, um das einfachste mit objektiver Meßmethode nachweisbare Signal zu beschreiben. Es wird daher die Arbeitshypothese aufgestellt, daß es zur Analyse der die Person des Menschen kennzeichnenden Verhaltensweisen einer über die Informationstheorie hinausreichenden, vorläufig noch unbekannten Denkweise bedarf, die auf Raum- *und* Zeitkoordinaten verzichten kann und trotzdem den Bewußtseinsinhalt etwa der Farbe „rot" einer wissenschaftlichen, nicht auf Introspektion beruhenden Analyse zugänglich machen würde. Die heute neue Denk-

weise, die sich um den Begriff Information rankt, deren best übersehener Teil die Regelungslehre darstellt, hat aber den großen Vorzug, einen Übergang zwischen der klassischen Denkweise der Naturwissenschaft im Energiemaß und dem noch nicht faßbaren Gebiet darzustellen. Der Informationsbegriff scheint sowohl in das Gebiet der klassischen Physik wie in das der Bewußtseinsinhalte hineinzureichen und ist daher prädestiniert zur Anwendung in der Sinnesphysiologie. Entscheidende Klärung der typisch menschlichen Fähigkeiten des ZNS sind indessen nach Auffassung des Referenten erst nach Überwindung des Informationsbegriffes vonseiten der Biologen zu erwarten. Die nächsten Jahrzehnte indessen dürften ganz von der Fruchtbarkeit der Anwendung des Informationsbegriffes auf die allgemeineren Funktionen des ZNS erfüllt sein. Aber auch die Informationstheorie, geschweige die Regelungslehre, sind nicht in der Lage, die bekannte Lücke zwischen in Zeit und Raum registrierbaren Ereignissen (Elektrophysiologie) und Bewußtseinsinhalten (Psychologie) zu schließen. Es werden aber wahrscheinlich schon in Kürze mit informationstheoretischer Methodik für festgehaltene Situationen der Reizumwelt und der Stoffwechselbedingungen des tierischen und menschlichen ZNS quantitative Korrelationen desselben Individuums auf statistischer Grundlage möglich sein. Um es endlich im Rahmen des Themas abschließend zu sagen: Alle biologischen Vorgänge laufen nicht nur im Rahmen des Energiesatzes, sondern auch im Rahmen der Informationstheorie ab. Aber die Summe aller energetischen und informativen Funktionen ist noch nicht der Mensch.

Der Nachmittag des 27. September 1960 bringt unter dem Thema:

Genetische Informationen und Merkmalsbildung

folgende Vorträge:

Bakteriengenetik: Methoden und Ergebnisse

Von F. Kaudewitz, Tübingen

Ausgehend von der Ein-Gen-Ein-Enzym-Hypothese wird die genetische Steuerung von Biosyntheseketten bei Bakterien erläutert. Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich die Frage nach der Funktion und der Struktur eines Genortes. Am Beispiel des C-Locus der Histidin-Synthese von Salmonella typhimurium werden nach Erläuterung des Vorganges der Transduktion die mit Hilfe dieser Methode gewonnenen Erkenntnisse über die funktionelle und strukturelle Untergliederung des C-Locus abgeleitet. Der Genort erweist sich dabei als zusammengesetzt aus zahlreichen Mutations- und Rekombinationseinheiten. Die Suppressor-Analyse der Mangelmutante hi-31 und die genetische Analyse der Reversionen der Mangelmutante hi-13 zeigt Untereinheiten genetischer Wirkung im Bereich des C-Locus auf und erlaubt im Falle des Mutationsortes hi-13 Aussagen über die Funktion der betreffenden Einheit. Die Zusammenfassung dieser Ergebnisse führt zur Frage nach der chemischen Struktur des Baumateriales eines Genlocus, als des Trägers der genetischen Information. Desoxyribonucleinsäure, als dieses Baumaterial, wird in ihrer Struktur dargestellt und ihre genetische Funktion aus der Art des chemischen Aufbaues abgeleitet. Als Beweis der entwickelten Vorstellungen wird die Erzeugung von Mutationen durch Behandlung von Bakterienzellen mit salpetriger Säure angeführt. Aus der Tatsache, daß nicht alle Gene einer Zelle gleichzeitig aktiv sind, ergibt sich die Frage nach der Steuerung der Funktion des einzelnen Genes als eines Einzelfaktors im Gefüge der Wirkungsvielfalt des gesamten Genoms einer Zelle. Die Ergebnisse der Untersuchung der genetischen Kontrolle bei der Synthese des adaptiven Enzyms β-Galaktosidase werden als Beitrag zur Beantwortung dieser Frage erläutert.

Molekulare Grundlagen der Vererbung

Von A. Gierer, Tübingen

Viele Befunde weisen darauf hin, daß Nucleinsäuren als Träger von Erbfaktoren in Zellen und Viren anzusehen sind. Die Struktur und Funktion einer Nucleinsäure ist durch die spezifische lineare Folge ihrer Bausteine, der Nucleotide, bestimmt. So kann im Falle des Tabakmosaikvirus gezeigt werden, daß die Nucleinsäure-Komponente allein die infektiösen Eigenschaften des ganzen Virus besitzt. Die biologische Wirkung beruht auf einer linearen Folge von einigen Tausend Nucleotiden, und die chemische Veränderung eines einzelnen Nucleotids durch Desaminierung mit salpetriger Säure kann zur Veränderung von Erbanlagen des ganzen Virus führen.

Für den Mechanismus der Vermehrung der Nucleinsäuren wird ein Abdruckverfahren im molekularen Bereich angenommen, für das neuerdings direkte experimentelle Hinweise bestehen. Mutationen können durch zufällige oder chemisch induzierte Fehler in diesem Abdruckprozeß entstehen.

Die Funktion von Proteinen, z.B. die katalytische Wirkung der Enzyme, beruht auf der spezifischen Faltung der Polypeptidketten. Jedoch ergibt sich in einigen Fällen, daß die Faltung allein durch die lineare Sequenz der Aminosäuren im Protein bestimmt ist. Das Problem der molekularen Grundlagen der Vererbung ist damit teilweise auf die Frage reduziert, wie die spezifische Folge von Nucleotiden in der Nucleinsäure die spezifische Folge von Aminosäuren im Protein bestimmt. Im Zusammenhang mit der Erläuterung dieses Übersetzungs(„coding")-Problems wird der gesamte Gehalt an genetischer Information im Falle eines Virus und eines Bakteriums diskutiert.

Die moderne Genbegriff in der Humangenetik

Von F. Vogel, Berlin

Im Gegensatz zur Bakteriengenetik ist die Humangenetik in erster Linie angewandte Vererbungswissenschaft. Trotzdem zeigte gerade ihre Entwicklung im letzten Jahrzehnt, daß sie auch zur Grundlagenproblematik Beiträge zu liefern vermag:

1. Über den Feinbau von Genloci gab besonders die Blutgruppen-Serologie neue Aufschlüsse. Das am besten analysierte Beispiel ist der RH-locus. Eng benachbarte loci mit verwandter Funktion, die etwa dem Histidin-Bereich von Salmonella typhimurium vergleichbar sein dürften, lassen sich für zwei X-chromosomale Merkmale wahrscheinlich machen.

2. Die statistische Analyse von Neumutanten bestimmter Gene vor allem im Hinblick auf das Alter der Eltern erlaubt Rückschlüsse auf die Natur des Mutationsvorganges.

3. In den letzten Jahren neu entdeckte erbliche Varianten der Proteine von Blutserum und Hämoglobin geben Auskunft über die primäre Genwirkung. Erbliche Enzymdefekte gestatten einen Einblick in die Phänogenetik.

Daß sie am Menschen gewonnen wurden, gibt allen diesen Erkenntnissen eine besondere Bedeutung. Diese Bedeutung zeigt sich ganz unmittelbar, wo eine bestimmte genetische Besonderheit das geistig-seelische Gefüge des Menschen schicksalhaft verändert, oder wo der Arzt auf Grund genetischer Erkenntnis in dieses Schicksal bestimmend eingreift.

Unter dem Tagesvorsitz von C. Troll, Bonn, wird am Mittwoch das zweite Leitthema der Versammlung

Naturhaushalt und junge Entwicklung der Erdhülle

behandelt.

Morphogenese des Festlandes in Abhängigkeit von den Klimazonen

Von J. Büdel, Würzburg

Verglichen mit dem weithin eintönigen Relief der Ozeanböden ist die Formenwelt des Festlandes von verwirrender Fülle: angefangen von den flachen meernahen Tiefländern, deren geringe Höhenunterschiede dennoch durch den wechselnden Grundwasserstand für den Menschen höchst bedeutungsvoll werden können, über Hügelländer und große Stromtäler, Binnenbecken und zertalte Mittelgebirgsplateaus bis hinauf zu der äußersten Formenbuntheit der Hochgebirge. Mit der Erklärung und wissenschaftlichen Ordnung dieser Mannigfaltigkeit von Tal- und Kammlinien sowie unzertalten Flächenstücken verschiedenster Größe, Form und Neigung beschäftigt sich

die Wissenschaft der *Geomorphologie*. Sie sucht mit den Methoden der *Morphogenese* die Entstehung des festländischen Reliefs oder Formenschatzes aufzuklären.

Alle diese Formen entstehen im Widerstreit zwischen *innenbürtigen* (endogenen) Vorgängen in der Erdkruste, die in der Emporwölbung von Hochgebieten (die später zu „Gebirgen" umgestaltet werden) und ganzen Kontinenten Festlandsteile über den Meeresspiegel gelangen lassen; und den durch Wetter- und Klimawirkungen (d.h. letzlich der Sonnenenergie) erzeugten außenbürtigen (exogenen) Vorgängen der Verwitterung, Bodenbildung, Flächenabtragung (Denudation) und Talbildung (Erosion), die nach Erniedrigung dieser Hochgebiete und nach dem Transport des Abtragungsschuttes in Binnenbecken oder letzlich ins Meer streben. Dieser Abtragungsprozeß Transport + Anschürfung des Untergrunds), vor allem die Schaffung der kleinen und großen Talrinnen durch die Flüsse, ist es in erster Linie, der die Formenfülle des festländischen Reliefs erzeugt. Diese erfolgt nun auch nicht an *zwei* Punkten der Erde in ganz gleicher Weise! Die Varianten des hier nur eben in seiner *einfachsten Grundform* angedeuteten, im Widerspiel endogener und exogener Vorgänge in Gang gehaltenen Abtragungsvorganges werden durch *fünferlei* modifizierende Einflüsse erzeugt. Die ersten drei dieser Varianten streifen wir nur kurz.

1. Die *Basisdistanz*, d.h. die Nähe oder Ferne des Ozeans und damit der allgemeinen (oder auch einer in Binnenbecken zwischengeschalteten lokalen) Erosionsbasis von einem bestimmten Ort. Nähe der Erosionsbasis schließt beispielsweise die Möglichkeit des Auftretens besonders großer Ströme und von Anschwemmungstiefländern im Formenbild ein, ihre Ferne unter anderem die Erhaltung unzertalter flacher Altflächen in größeren Höhen.

2. Die *Petrovarianz*. Innerhalb der endogen aufgewölbten Höhenzonen finden die Vorgänge der Formbildung und Abtragung ganz verschiedene Widerstände, je nachdem, ob das vorhandene Gestein (morphologisch, nicht petrographisch!) „hart" oder „weich" ist. Morphologische Härte und Weichheit wechseln dabei stark mit den Klimazonen. Aber in jeder von ihnen kann unter Umständen die ganze ältere Gesteinsstruktur (der geologische Bau) eines Hochgebietes — nachmals Gebirges — durch die Abtragung anschaulich „herauspräpariert" werden. Auf kleinem Raum fallen die hierdurch erzeugten Unterschiede der Formbildung als erste ins Auge. Über größere Räume hin wiederholt sich auf der Erde das Kleinmosaik verschiedener Gesteinsbedingungen aber in immer ähnlicher Weise. Hier werden dann alsbald andere, die „Petrovarianz" überdeckende, ihr übergeordnete Erscheinungen für die Reliefdifferenzierung viel wichtiger.

3. *Epirovarianz*. Hierunter verstehen wir die verschiedene Stärke endogener Hebungen und Senkungen (nach geologischem Sprachgebrauch: epirogenetischer = festlandsbildender Vorgang). Aber auch jedes einzelne Gebirge ist in seiner Rohform eine unziseliert-flache epirogene Aufwölbung von meist länglich-ovalem Grundriß (Harz, Erzgebirge, Schwarzwald, Ostalpen, Kaukasus, Karakorum). In solchen Hochzonen setzt aus verschiedenen Ursachen die Abtragung verstärkt ein und modelliert so aus der einfach aufgebeulten Rohform erst die Mannigfaltigkeit aller Berg-, Hang- und Talformen heraus, die beim Wort „Gebirge" vor unser Auge treten. Bei mittelstarker Hebung treten dabei die Unterschiede der „Petrovarianz" am stärksten in Erscheinung, bei sehr starker (allgemeines Steilrelief in allen Gesteinsarten) und sehr schwacher Hebung (allgemeines Flachrelief mit dicker Bodendecke ohne viel Rücksicht auf die Gesteinshärte) wird die „Petrovarianz" viel weniger mannigfaltig.

4. *Einfluß der Klimazonen, Klimavarianz*. Das Gesteinsmosaik der Erdkruste wiederholt sich auf engstem Raum immer wieder in der gleichen Art, auf etwas größerer Fläche wiederholt sich aber auch der Wechsel sanfter, mittelstarker und stärkerer Hebung (oder Senkung): die Epirovarianz. Übergeordnet ist beiden das größte, globale Ordnungsprinzip der Festlandsformen: die Klimavarianz. Auch auf zwei Krustenteilen mit ganz gleicher Hebungsgeschwindigkeit und völlig analoger Gesteinszusammensetzung entsteht mit dem Wandel der exogenen Einflüsse von einer Klimazone zur anderen ein völlig anderes Formenbild. Auf die Entfernung von einigen Zehnern von km hin fällt diese Spiegelung des Klimawandels im Relief: die Klimavarianz noch kaum auf, auf einige 100 km hin (z.B. Nord- und Südfluß der Ostalpen) macht sie sich aber meist schon geltend und über mehrere 1000 km hinweg kann sie — trotz praktisch gleicher endogener Voraussetzungen — zu einem völligen Wandel sowohl in jeder Einzelform wie im ganzen Stil des Formenbildes führen. In systematischer Verfolgung dieser Unterschiede gelang es, das ganze Festlandareal der Erde in mehrere große „klima-morphologische Zonen" einzuteilen. So herrscht in den feuchten Tropen die stärkste Neigung zur Flächenbildung. Talbildung ist hier auf die am raschesten gehobenen Gebirgsländer beschränkt. Im nichtvergletscherten Polargebiet vollzieht sich umgekehrt die Entstehung und Ausprägung von Tälern rascher und stärker als irgendwo. Dazwischen gibt es mannigfache, in ihrer Gesetzmäßigkeit erst andeutungsweise bekannte Zwischenzonen, in denen die eine oder andere Tendenz mit diesen und jenen Varianten überwiegt oder auch sich beide die Waage halten — unter Umständen bei gleichzeitigem Schwund der Energie beider, so daß sich letzlich auch Klimazonen mit ganz allgemein besonders schwachen Abtragungsleistungen ergeben.

5. *Klimagenese* (klimagenetische Geomorphologie). Gerade diese Zonen generell schwacher Abtragung machen die letzte wichtigste Ursachenreihe für die Differenzierung des Festlandreliefs besonders deutlich. Diese beruht auf folgender Erfahrung. Die vorgenannten „klimamorphologischen Zonen" waren im wesentlichen nach den in ihrem Bereich heute herrschenden und zu beobachtenden formbildenden oder Abtragungsvorgängen (Verwitterung, Bodenbildung, Denudation, Erosion) aufgestellt worden. Als man nun systematisch versuchte, auch den heute in jeder dieser Zonen zu beobachtenden Relieftyp, also den *Formenschatz selbst* mit demKlima und den klimagesteuerten Vorgängen in Einklang zu bringen, gelang das nur in einigen Zonen, in anderen aber nur in beschränktem Maße und vor allem in den Klimazonen mit (unter dem Gegenwartsklima) *schwachen* Abtragungsleistungen überhaupt nicht. Der Grund hierfür liegt in der starken Rolle, welche die *Zeit*, die historische Entwicklung für die Morpho-*Genese* spielt. Es dauert schon einige Jahrtausende, bis der *Boden* an ein bestimmtes Klima völlig angepaßt sind, und Jahrzehntausende bis Jahrmillionen, bis *das ganze Relief:* Täler, Hügel- und Bergländer bis in die letzten Verzweigungen des Talnetzes völlig an die unter einem bestimmten Klima herrschenden, ganz spezifischen Formbildungs- und Abtragungsvorgänge angepaßt sind. Während so langer Zeiten hat sich jedoch das Klima an der gleichen Stelle meist längst geändert (unter Umständen sogar mehrmals): so bei uns in Mitteleuropa in den letzten 4 Millionen Jahren von fast volltropischem über semiarid-randtropisches und schließlich hochpolares Klima (in den Kaltzeiten des Eiszeitalters!) bis zu unserem heutigen „Mittelbreiten"-Klima. Die Folge ist, daß überall auf der Erde eine ganze Generationenfolge von *Vorzeitformen* vorhanden ist, die früheren längst vergangenen Klimaperioden ihr Dasein verdanken und heute als fossile Relikte in allen möglichen Zuständen besserer oder schlechterer Erhaltung in die Gegenwart hineinragen. Die Analyse, die möglichst scharfe Trennung der Stufenfolge solcher Fossilformen ist heute die wichtigste Aufgabe der klima-genetischen Morphologie. Einige in neuester Zeit gut erkundete Beispiele aus verschiedenen Klimazonen bilden den Hauptinhalt des Vortrages.

Der Boden der Ozeane und die Erdgeschichte

Von E. Seibold, Kiel

Rund dreiviertel des Meeresbodens liegen in Tiefen von mehr als 3000 m. Direkte erdgeschichtliche Aussagen sind deshalb vor allem aus Tiefseeablagerungen zu erwarten.

Seit 70 Jahren ist deren horizontale Verbreiterung in großen Zügen bekannt. Ihre vertikale Abfolge jedoch kann im Bereich von einigen Metern Sedimenttiefe erst seit der Entwicklung geeigneter Entnahmegeräte in den letzten beiden Jahrzehnten erforscht werden.

Im Gegensatz zur früher allgemeinen Annahme sind diese Sedimente deutlich geschichtet und erlauben mit

ihrem organischen und anorganischen Inhalt Rückschlüsse auf Veränderungen von Strömungen, Tiefen, Temperaturen, chemischen Eigenschaften in den Meeren der jüngeren geologischen Vergangenheit.

Überraschenderweise muß jedoch auch in der Tiefsee mit Störungen in diesem Bericht gerechnet werden. Es mehren sich Anzeichen von Erosion, Rutschungen, unberechenbarer Zufuhr aus dem Flachwasserbereich durch Suspensionsströme und Vermischung verschiedener Schichten durch Wühlorganismen.

Die Datierung der Schichten wird gegenwärtig in direkter Weise mittels radioaktiver Isotope versucht. Kohlenstoff[14], Ionium, Beryllium[10] und Kalium[40] gehören dazu. In Sonderfällen scheinen auch Jahreslagen vorzukommen. Zu den indirekten Methoden gehört es, die Verteilung temperaturempfindlicher Foraminiferen in längeren Sedimentkernen und die Sedimentationsrate auszuwerten.

Wie schwierig die Beurteilung all dieser Daten heute noch ist, wird an Hand der Frage nach der jüngeren Geschichte der Ozeanbecken gezeigt. Sedimentologische, geochemische, seismische und bodenmechanische Kriterien und geologische Befunde an Atollen und Guyots werden dabei diskutiert.

Die Antarktis und die geophysikalische Erforschung der Erde

Von H. Hoinkes, Innsbruck

Die Geophysik in allen ihren Teildisziplinen ist eine weltumspannende Wissenschaft. Solange die Natur der Antarktis weitgehend unbekannt war, konnten weder die beschreibenden Erdwissenschaften vollständig genannt werden, noch konnte das Zusammenwirken der geophysikalischen Prozesse, die unser heutiges Erdbild bestimmen, befriedigend verstanden werden. Diese Erkenntnis war maßgebend für die intensive Erforschung der Antarktis während des Internationalen Geophysikalischen Jahres, dessen Ziele anders kaum realisierbar gewesen wären. Die Tätigkeit von 50 wissenschaftlichen Observatorien südlich von 60° Südbreite wurde ergänzt durch zahlreiche Forschungsreisen, in deren Verlauf die letzten großen Entdeckungen auf der Erdoberfläche gemacht werden konnten.

Die bedeutendsten neuen Erkenntnisse hat die Glaziologie aufzuweisen mit der Feststellung, daß in der Antarktis viel mehr Eis liegt, als bisher angenommen wurde und daß der Massenhaushalt dieses Eises keinenfalls negativ ist. Die mit Spannung erwarteten meteorologischen Beobachtungen haben nicht nur einen neuen Tiefstwert der Temperatur an der Erdoberfläche geliefert, sondern auch unerwartete Formen der atmospherischen Zirkulation nachgewiesen. Das Studium der subglazialen Topographie durch die Eisseismik, die Arbeiten der Geologen und der Paläomagnetiker sowie die Ergebnisse der Schweremessungen und der Seismographenstationen haben die echt kontinentale Struktur des überwiegenden Teiles des antarktischen Kontinents erkennen lassen. Die Forschungsarbeiten in der Antarktis wurden durch Angehörige von 11 Nationen in reibungsloser Zusammenarbeit durchgeführt; sie wurden über das Internationale Geophystkalische Jahr hinaus in Form der Internationalen Geophysikalischen Zusammenarbeit 1959 fortgesetzt. Die meisten Stationen sind auch heute noch in Tätigkeit.

Relative und absolute Datierungen quartärer Ablagerungen

Von H. Straka, Kiel

Die Altersbestimmung insbesondere der spätquartären Ablagerungen hat in den letzten Jahrzehnten durch die Entdeckung neuer Methoden große Fortschritte gemacht. Die *Pollenanalyse* ermöglichte nicht nur die Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte nach dem Blütenstaubgehalt von Moor- und Seeablagerungen; die verschiedenen Pollenzonen erlauben auch die Aufstellung einer relativen Chronologie für interglaziale, spät- und postglaziale Zeitabschnitte. Nachdem man die *Bändertone* im Bereich der Ostsee als Jahresablagerungen der skandinavischen Eiskalotte erkannt hatte, konnte mit Hilfe einer genialen Methode ihre Konnektierung von den späteiszeitlichen Ablagerungen im südlichen Ostseeraum bis zu den heutigen in den skandinavischen Gebirgen und somit eine absolute Warwenchronologie aufgestellt werden. Konnektierungen sowohl der letzteren als auch der pollenanalytischen Chronologie gelangen in manchen Fällen sogar mit anderen Erdteilen. Auch die Verknüpfung von Bändertonzählungen mit pollenanalytischen Untersuchungen ergab die Möglichkeit, das ungefähre absolute Alter der Pollenzonen festzulegen. Nur für die jüngeren Pollenzonen konnten mit einigem Erfolg die vorgeschichtlichen Funde aus Mooren herangezogen werden, wenn es auch hierbei leicht zu Zirkelschlüssen kam. Neue Möglichkeiten einer Konnektierung über kleine oder größere Räume brachte die *Tephrochronologie*. Die mineralogische Zusammensetzung des Staubes, der Tuffe und Aschen von Vulkanausbrüchen ist sehr oft so charakteristisch, daß man Vulkanstaubschichten in ihrer Zugehörigkeit erkennen kann, selbst wenn sie in größerer Entfernung vom Ausbruchsort gefunden werden. Ihre Einlagerung in pollenanalytisch untersuchte Moorprofile ermöglicht die relative und damit auch absolute Datierung, sowie sie umgekehrt dann die Konnektierung und Datierung von Moor-, See- und anderen Ablagerungen ermöglichen, in denen sie gefunden werden. Die eleganteste und genaueste Methode ist die kaum 12 Jahre alte *Radiokarbonbestimmung*. Aus dem Gehalt organischer Ablagerungen an dem radioaktiven Kohlenstoffisotop C^{14} läßt sich ihr Alter bestimmen, so daß man für Knochen-Holzfunde, Torf oder organische Seeablagerungen genaue absolute Zahlen angeben kann. Hier sind gerade in den letzten Jahren entscheidende Fortschritte dadurch erzielt worden, daß man prähistorische Funde, sowie bestimmte Leithorizonte in Pollenprofilen absolut datiert hat. Durch die Verfeinerung der physikalischen Meßmethoden gelang die Altersbestimmung bis weit in die letzte Eiszeit hinein. Gerade auf dem Gebiet der Datierung hat die Zusammenarbeit der Quartärforscher aller Richtungen — Botaniker, Geographen, Geologen, Mineralogen und Physiker — bereits jetzt reiche Früchte getragen, wie die kurze Zusammenschau des Vortrags zeigen soll.

Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht

Von C. Troll, Bonn

Während in den temperierten und kalten Zonen der Nordhalbkugel der Gegensatz kalter Winter und warmer Sommer dem Haushalt der Natur das Gepräge gibt, sind die tropischen Gebirgsklimate von gleicher Mitteltemperatur durch den Mangel von Wärmejahreszeiten, dafür allerdings um so stärker durch Tagesschwankungen ausgezeichnet, was auch ganz verschiedene Bodenbildungsvorgänge und ganz verschiedene Lebensformen und Lebensgemeinschaften zur Folge hat (Jahreszeiten- und Tageszeitenklimate). Auf der anderen Seite besteht eine auffallende Ähnlichkeit zwischen den tropischen Höhenstufen und den gemäßigten und subpolaren Zonen der Südhalbkugel. Die temperierten Regenwälder Patagoniens und Neuseelands gleichen weitgehend den kühlen Höhen- und Nebelwäldern der Tropengebirge, die subantarktischen Grasländer (Tussockformation) mit ihrem sehr ausgeglichenen, fast winterlosen Klimaablauf den Hochgebirgsregionen der Tropen (Paramo, Puna). Dies äußert sich auch in den Arealen sehr vieler subantarktisch-tropischmontaner Pflanzensippen.

Die Ähnlichkeit konvergenter Lebensformen unter gleichen edaphischen und klimatischen Lebensbedingungen, namentlich zwischen den floristisch so verschieden ausgestatteten Tropenfloren der Alten und Neuen Welt, deutet auf die entscheidenden Faktoren hin, die bei der Entstehung der biologischen Anpassungen den Ausschlag gegeben haben.

Die Gebirge Mexikos und des nördlichen Mittelamerika unterscheiden sich von den übrigen tropischen Kordilleren dadurch, daß in den Regionen der Tierra fria ausgedehnte Wälder aus Holzarten borealer Herkunft, wenn auch meist endemischer Arten, gedeihen (Laub- und Mischwälder in der unteren, Nadelwälder in der höheren Stufe). Dies geht jedoch nicht, wie A. von Humboldt vermutete, auf einen dem borealen verwandten Klimacharakter zurück, sondern darauf, daß der breite Landzusammenhang seit der Entstehung der tertiären Gebirge eine Einwanderung borealer Elemente unter reicher Bildung neuer Arten (Quercus, Pinus) gestattete — ein Vorgang, der sich in entsprechender Weise in den jungen

Gebirgen Südostasiens und Malaysias wiederholte. Die beiden jungen Gebirgsgürtel, die die Tropen queren, die Kordilleren Amerikas und der Faltengebirgsgürtel vom Himalaya über den Sunda-Archipel und Neuguinea nach Neuseeland, haben eine starke Ausbreitung einerseits borealer Pflanzensippen, andererseits subantarktischer Sippen in die Tropengebirge ermöglicht.

Landschaftsökologische Untersuchungen als Grundlage standortsgerechter Landnutzung

Von E. Neef, Leipzig

Wie die Geographie die ökologischen Unterschiede im umfassenden Blick über die ganze Erde hin in Aufbau und Gliederung der Wuchs- und Lebensformen der Vegetation erfaßt, so kann sie in anderem Maßstab mit einem auf das Einzelne, Regionale gerichteten Blick auch die feineren ökologischen Unterschiede erfassen. Sie gewinnt damit nicht nur eine vertiefte Einsicht in den Stoffwechsel und den Haushalt der Natur, sondern zugleich eine Möglichkeit, das ökologische Potential als Grundlage der Produktion, das bisher fast ausschließlich empirisch gewonnen war, naturwissenschaftlich zu bestimmen. Die Methoden solcher landschaftsökologischer Untersuchungen sind verschiedener Art. Der Landschaftskomplex, der durch das an einem Standort bestehende Zusammenwirken der ökologisch wirksamen Faktoren bestimmt ist, wird nicht nur an einzelnen Faktoren, sondern vor allem an integralen ökologischen Hauptmerkmalen sichtbar gemacht. Solche sind gegeben in der Bodendynamik, der Vegetation und dem Bodenwasserhaushalt. Letzterem kommt besondere Bedeutung zu, da das Bodenwasser quantitativer Erfassung zugänglich ist und den Jahreszeitengang wie auch die Unterschiede von Jahr zu Jahr erkennen läßt. Es besteht die Möglichkeit, die Verhaltensweisen der einzelnen Standorte genauer als bisher zu bestimmen. Die einzelnen so ermittelten Standortsformen ergeben im geographischen Verband ein buntes Mosaik. Chorologische Gesichtspunkte lassen jedoch geographische aussagekräftige Zusammenfassungen zu, die auf einer regelhaften Anordnung beruhen. Es lassen sich Regionaltypen erarbeiten, die auch vertiefte landschaftskundliche Erkenntnisse gestatten. Zu diesen Fragen werden Beispiele dargeboten.

In einem öffentlichen Vortrag spricht am 27. September 1960 Herr Professor Dr. W. Gerlach über „Johannes Kepler, der Ethiker der Naturforschung".

Nach dem Schlußvortrag von Herrn Professor Dr. W. Brednow, Jena, über: „Der Kranke und seine Krankheit" beendet Herr Professor Dr. E. Fauvet, Hannover, die 101. Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte am Nachmittag des 28. September 1960 mit einem Schlußwort.

München und Bonn, im Juli 1960

gez. R. Wagner
Vorsitzender

gez. H. J. Antweiler
Generalsekretär

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg

of 10^{-5} M at 77° K. The emission spectra were photographed with a Steinheil Universal G. H. Spectrograph employing medium glass optics.

Two additional remarks should be made concerning the data reported in the Table.

(a) The observed line emissions from Ho(benzoylacetonate)$_3$ and Ho(dibenzoylmethide)$_3$ show a considerable variation in line pattern. We attribute this to the differing symmetries of the ligands for the two complexes as well as to possible perturbations of the rare earth emitting levels by excited vibronic levels of the complexes.

(b) Results are only reported for Tm(benzoylacetonate)$_3$. The Tm(dibenzoylmethide)$_3$, although easily synthesized, failed to yield any line emission. Similar observations were reported previously for the analogous dysprosium chelates[4]), and these results were attributed to the fact that the triplet state of the dibenzoylmethide chelate lay below the resonance level of the dysprosium ion. The same explanation seems to apply in the case of the thulium ion.

The work here reported was supported in part by a grant-in-aid from the Research Corporation.

Department of Chemistry, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico

G. A. Crosby and R. E. Whan

Eingegangen am 12. April 1960

[1]) Varsanyi, F., and G. H. Dieke: J. Chem. Physics **31**, 1066 (1959). — [2]) Dieke, G. H., and L. A. Hall: J. Chem. Physics **27**, 465 (1957). — [3]) Keller, Seymour, P.: J. Chem. Physics **29**, 180 (1958). — [4]) Crosby, G. A., and R. E. Whan: J. Chem. Physics **32**, 614 (1960).

Elektrische Quadrupolwechselwirkung von Al^{27} und Kationenverteilung in Spinell ($MgAl_2O_4$)

Die Kationen Mg^{2+} und Al^{3+} besetzen im Spinell gewisse tetraedrische und oktaedrische Zwischenräume der kubisch nahezu dichtesten Anionenpackung. Barth und Posnjak[1]) haben erstmals darauf hingewiesen, daß beide Kationen in Analogie zu anderen Metalloxyden mit Spinellstruktur sowohl in den tetraedrischen als auch in den oktaedrischen Zwischenräumen sitzen könnten, daß es aber wegen des nahezu gleichen Streuvermögens von Mg und Al nicht möglich sei, die effektive Kationenverteilung durch röntgenographische Strukturanalyse zu bestimmen. Die paramagnetische Kernresonanz von Al^{27} gestattet nun aber, diese Frage zu klären.

Wird die magnetische Kernresonanz von Al^{27} (Spin 5/2) in einem starken Magnetfeld untersucht, so wird die Resonanzlinie infolge des elektrischen Quadrupolmoments im allgemeinen in 5 Komponenten, d.h. in eine Zentrallinie und 4 Satelliten aufgespalten, sobald das statische elektrische Feld am Ort der Al-Kerne inhomogen ist (was bei Abweichung von kubischer Punktysmmetrie der Fall ist). Die Lage dieser 5 Linien hängt von der Orientierung des kristallelektrischen Feldes zum Magnetfeld ab. Während die Lagen der 4 Satelliten durch Effekte erster Ordnung eine sehr starke Orientierungsabhängigkeit besitzen, ist diejenige der Zentrallinie bedeutend schwächer, da sie durch Effekte zweiter Ordnung bestimmt wird. Das paramagnetische Kernresonanz-Spektrum erlaubt demnach, zwischen Al-Ionen in tetraedrischen Zwischenräumen mit kubischer Punktsymmetrie (T_d) und solchen in oktaedrischen Zwischenräumen mit rhomboedrischer Punktsymmetrie (D_{3d}) zu unterscheiden. Nur die letzteren dürfen die charakteristischen Quadrupoleffekte zeigen.

Wir untersuchten mehrere *natürliche Spinell-Einkristalle* mit Durchmessern von 6 bis 12 mm, die uns Herr Dr. E. Gübelin (Luzern) verschaffte, wofür wir ihm herzlich danken. Bei allgemeiner, schiefer Orientierung der kristallographischen Koordinatenachsen zum Magnetfeld konnten 4 gut aufgelöste, richtungsabhängige Al-Zentralsignale und die zugehörigen Satelliten entsprechend den 8 Al pro primitive Elementarzelle nachgewiesen werden (je zwei Al verhalten sich wegen des vorhandenen Symmetriezentrums für die Kernresonanz identisch). Die Tatsache, daß abgesehen von einer weiteren, bedeutend schwächeren Linie bei keiner Orientierung mehr als 4 Zentralsignale auftreten, zeigt, daß für *natürliches* $MgAl_2O_4$ nur die *Normalstruktur* in Frage kommt, d.h., daß Al nahezu restlos oktaedrisch von Sauerstoff umgeben ist. Die Intensität und die Lage der Signale in Abhängigkeit der Kristallorientierung zum Magnetfeld bestätigen die Punktsymmetrie der Al-Punktlage (D_{3d}) und die Kristallklasse O_h. Das erwähnte schwache Signal, das orientierungsunabhängig ist und das wir in jedem von uns untersuchten Kristall fanden, ist nach unserer Ansicht einer kleinen Menge *tetraedrischem Al* zuzuordnen, die freilich kaum mehr als einige Prozent der gesamten Al-Summe umfassen dürfte.

Die geringe Abweichung der Spinellstruktur von einer kubisch dichtesten Anionenpackung äußert sich unter anderem darin, daß die oktaedrischen Zwischenräume rhomboedrisch schwach deformiert sind. Es wurde versucht, unter Annahme von Punktladungen das elektrische Potential für die Al-Punktlage zu berechnen und mit Hilfe dieses Näherungswertes aus der Lage der Resonanzlinien die Größe der Oktaeder-Deformation und damit die Lage der Sauerstoffionen zu bestimmen. Die Rechnung ergab Resultate, die denjenigen ähnlich sind, die von Jagodzinski und Saalfeld[2]) mit Hilfe von Röntgenaufnahmen und Fouriersynthesen eines natürlichen Spinell-Einkristalls ermittelt wurden.

Unsere Messungen an *synthetischen Spinell-Einkristallen*, die wir Herrn Prof. Dr. W. F. Eppler (Wiedes Carbidwerk, Freyung) verdanken, können wir am besten unter der Annahme einer *weitgehend ungeordneten Verteilung* der Mg- und Al-Ionen über die tetraedrischen und oktaedrischen Plätze interpretieren. Unser Ergebnis weicht somit etwas ab von demjenigen, das G. E. Bacon[3]) mittels Neutronenbeugung an synthetischem $MgAl_2O_4$ erhielt.

Es ist möglich, natürliche, bezüglich Mg/Al geordnete Spinelle durch Erhitzen in ungeordnete überzuführen, die eine praktisch gleiche Kationenverteilung haben wie die synthetischen. Der Übergang von geordneter zu ungeordneter Verteilung geht zwischen 800 und 900° C vor sich, was sich mit den von Hafner und Laves[4]) im selben Temperaturbereich festgestellten Veränderungen der Gitterkonstanten und der Ultrarot-Absorptionen deckt. Bisher ist uns hingegen noch nicht gelungen, durch irgendwelche Temperversuche die geordnete Normalstruktur wieder zurückzugewinnen. Auch haben wir bislang noch keinen synthetischen Spinell erhalten, der nicht eine von der Normalstruktur sehr deutlich abweichende Kationenverteilung aufgewiesen hätte. Zwecks weiterer Aufklärung dieses Befundes sind langwährende Temperversuche im Gang.

Eine ausführliche Arbeit erscheint in der Zeitschrift für Kristallographie.

Physik-Institut der Universität und Institut für Kristallographie und Petrographie der E.T.H., Zürich

E. Brun, S. Hafner, P. Hartmann und F. Laves

Eingegangen am 14. April 1960

[1]) Barth, T. F. W., u. E. Posnjak: Z. Kristallogr. **82**, 325 (1932). — [2]) Jagodzinski, H., u. H. Saalfeld: Z. Kristallogr. **110**, 197 (1958). — [3]) Bacon, G. E.: Acta crystallogr. **5**, 684 (1952). — [4]) Hafner, S., u. F. Laves: Fortschr. Mineral. **38** (1960) (im Druck).

Kernhyperfeinstruktur im Absorptionsspektrum eines kristallinen Salzes

Im sichtbaren Absorptionsspektrum des Ho^{3+}-Ions im kristallinen Holmium-Äthylsulfat $Ho(C_2H_5SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ bei 4,2 °K beobachtet man eine ganze Reihe von Linien, die eine kastenförmige Linienform mit steil abfallenden Flanken besitzen, während die Linienform bei den Spektren der Seltenen Erden im allgemeinen einer Dispersionsverteilung entspricht. Diese Kastenform der Linien, die besonders deutlich im Zeeman-Effekt mit dem äußeren Magnetfeld parallel zur Kristallachse ($\vec{H} \| z$) auftritt, läßt sich durch eine Überlagerung mehrerer dicht nebeneinander liegender, sehr scharfer Linien erklären. Bei einigen Absorptionslinien ist es uns gelungen, diese Struktur durch ein Magnetfeld $\vec{H} \| z$ aufzulösen. Fig. 1 zeigt die Photometerkurve einer solchen Linie, die sich ohne Schwierigkeiten in 8 Komponenten mit gleicher Halbwertsbreite trennen läßt. Es handelt sich also um die Kernhyperfeinstruktur (HFS), da das einzige stabile Isotop Ho^{165} den Kernspin $I = 7/2$ besitzt.

Die in Fig. 1 gezeigte Linie entspricht einem Übergang von der tiefsten Kristallfeld-Komponente I mit der Kristallquantenzahl $\overline{\mu} = \pm 1$ des Grundterms $^5I_8$ zu einer Komponente mit $\overline{\mu} = \pm 2$ im angeregten Term, wahrscheinlich $^3K_8$. Beide Kristallfeld-Komponenten sind ohne Magnetfeld zweifach entartet und spalten im achsenparallelen Magnetfeld ($\vec{H} \| z$) linear auf, während sie im achsensenkrechten Feld ($\vec{H} \perp z$) keinen linearen Effekt zeigen. Die Zusatzenergie im linearen Zeeman-Effekt mit Einschluß der HSF berechnet sich

daher aus dem Spin-Hamilton-Operator[1])

$$\mathcal{H} = g_{\|} \mu_B H_z S_z + A\, S_z I_z \tag{1}$$

mit dem effektiven Spin $S = 1/2$ und $I = 7/2$. Dabei sind die Operatoren S_z und I_z in Einheiten des Planckschen $\hbar$ ausgedrückt, μ_B ist das Bohrsche Magneton. Für strahlende Übergänge (elektrische Dipolstrahlung) gelten neben den Auswahlregeln für die Kristallquantenzahlen $\bar{\mu}$ und ν [vgl.[2])] die Auswahlregeln

$$\Delta M_I = 0 \tag{2}$$

für die z-Komponente des Kernspins. Die beobachtete HFS ergibt sich infolgedessen als Summe der HFS der Zeeman-Komponenten im Grundterm und im angeregten Term. Daher folgt für die tiefste Grundtermkomponente mit $\bar{\mu} = \pm 1$: aus unseren Messungen bei 4,2 °K nach Korrektur der magnetischen Dipol-Dipol-Wechselwirkung zwischen den Ho-Ionen [vgl. z. B.[3])]

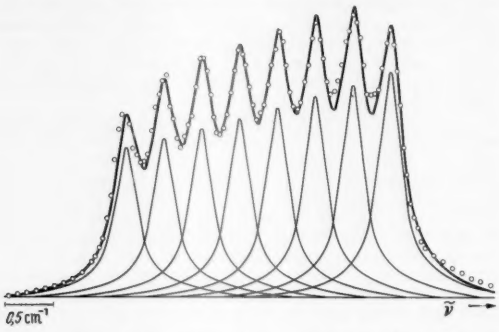


Fig. 1. Photometerkurve einer Absorptionslinie mit HFS (Linie I d der Gruppe H bei $\tilde{\nu} = 21\,398$ cm^{-1}) des Ho^{3+} im Ho-Äthylsulfats bei 4,2 °K, $H = 27\,660$ Oe. Wellenzahlen wachsen nach rechts. Die Kreise entsprechen den Messungen am Photometer, die dick ausgezeichnete Kurve ist die Summe der Einzellinien

$$g_{\|} = 15{,}48 \pm 0{,}10 \tag{3}$$

in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der paramagnetischen Resonanz[4]); ferner aus Messungen der paramagnetischen Resonanz[4])

$$A = (0{,}3354 \pm 0{,}0004)\ \text{cm}^{-1}. \tag{4}$$

Für die Komponente mit $\bar{\mu} = \pm 2$ im angeregten Term folgt aus unseren Messungen

$$g_{\|} = 15{,}68 \pm 0{,}20 \tag{5}$$

und mit dem Wert der Gl. (4)

$$A = (0{,}47 \pm 0{,}04)\ \text{cm}^{-1}. \tag{6}$$

Aus dem Abfall der Intensität der HFS-Linien in Fig. 1 ergibt sich mit dem bekannten Wert von A für die Grundtermkomponente, Gl. (4), daß die Besetzung der HFS-Termkomponenten im Grundterm einer Boltzmann-Verteilung mit einer Temperatur nahe 4,2° K entspricht; das bedeutet, daß die Temperatur des Spin-Systems während der Absorptionsversuche praktisch gleich der Temperatur des Kühlbades ist.

Bei 4,2° K ist außer der tiefsten, zweifach entarteten Kristallfeld-Komponente I mit $\bar{\mu} = \pm 1$ im Grundterm noch eine weitere einfache Komponente II mit $\bar{\mu} = 0$, $\nu = 0$ besetzt, die sich im Magnetfeld $\vec{H} \| z$ quadratisch um $-(2{,}0 \pm 0{,}5)$ cm^{-1}/Oe^2 zu niedrigeren Energien verschiebt. Sie liegt ohne Magnetfeld bei 4,2 °K um $(6{,}01 \pm 0{,}02)$ cm^{-1}, bei 58 °K um $(4{,}83 \pm 0{,}20)$ cm^{-1} über der zweifachen Komponente I. Eine einfache Kristallfeld-Komponente besitzt kein magnetisches Moment und daher in erster Näherung auch keine HFS-Wechselwirkung. Die von der einfachen Komponente II ausgehenden Übergänge sind infolgedessen im Spektrum leicht zu erkennen, da sie wesentlich geringere Linienbreiten besitzen als die von der zweifach entarteten Grundtermkomponente I ausgehenden Übergänge mit nicht aufgelöster HFS.

Eine ausführliche Darstellung erfolgt demnächst an anderer Stelle.

Darmstadt, Institut für Technische Physik der Technischen Hochschule

I. Grohmann, K. H. Hellwege und H. G. Kahle

Eingegangen am 8. April 1960

[1]) Bleaney, B., u. K. W. H. Stevens: Rep. Progr. Phys. **16**, 108 (1953). — [2]) Hellwege, K. H.: Ann. Physik (6) **4**, 95, 357 (1948). — [3]) Gramberg, G.: Z. Physik (1960). — [4]) Baker, J. M., u. B. Bleaney: Proc. Physic. Soc. A **68**, 1090 (1955). — Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A **245**, 156 (1958).

Neubestimmung der Kristallstruktur des Leonits, $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$

Anspach[1]) gab 1939 eine Struktur für das zum Mineral Leonit isotype Mangansalz $K_2Mn(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$ an. Darin wurde dem Mangan eine höhere als die zu erwartende 6-Koordination zugeschrieben. Da der Vergleich zwischen beobachteten und gerechneten Röntgenintensitäten die Struktur sehr schlecht belegt, schien eine Neubearbeitung lohnenswert.

Die von Anspach bestimmten Gitterkonstanten und die von ihm gefundene Raumgruppe $C\,2/m = C_{2h}^3$ wurden bestätigt. Eine Differenzpatterson $F^2_{(\text{Mn-Leonit})} - F^2_{(\text{Mg-Leonit})}$ parallel [010] ergab jedoch eine von seinem Modell prinzipiell abweichende Struktur, in der das Mangan bzw. das Magnesium die erwartete 6-Koordination hat. Es ist oktaedrisch von 4 Wassermolekeln und 2 Sauerstoffen umgeben.

Aus Fourierprojektionen parallel [010] und [001] ergaben sich die in der Tabelle aufgeführten Parameter für das Mangansalz, bezogen auf die Aufstellung nach Donnay und Nowacki[2])

Mit diesen Parametern ist der R-Wert $R_{[010]} = 0{,}18$ für alle beobachteten Reflexe bis $\sin \Theta/\lambda = 0{,}65$.

Die Strukturen des Mangan- wie des Magnesiumsalzes werden weiter verfeinert.

Tabelle

Atomart	Punktlage	x	y	z	Atomart	Punktlage	x	y	z
$2Mn_{(1)}$	2(a)	0	0	0	$8H_2O_{(1)}$	8(j)	0,46	0,16	0,35
$2Mn_{(2)}$	2(d)	0	0,50	0,50	$4O_{(3)}$	4(i)	0,17	0	0,05
8K	8(j)	0,17	0,25	0,25	$4O_{(4)}$	4(i)	0,18	0,50	0,10
$4S_{(1)}$	4(i)	0,29	0	0,04	$4O_{(5)}$	4(i)	0,17	0,50	0,44
$4S_{(2)}$	4(i)	0,29	0,50	0,48	$4O_{(6)}$	4(i)	0,19	0	0,38
$8O_{(2)}$	8(j)	0,34	0,15	0,11	$4H_2O_{(2)}$	4(g)	0	0,23	0
$8O_{(2)}$	8(j)	0,34	0,35	0,41	$4H_2O_{(3)}$	4(i)	0,48	0	0,22

Mineralogisch-Kristallographisches Institut der Universität, Göttingen (Direktor: Prof. Dr. J. Zemann)

W. Schneider

Eingegangen am 12. April 1960

[1]) Anspach, H.: Z. Kristallogr. **101**, 39 (1939). — [2]) Donnay u. Nowacki: Crystal Data. Geol. Soc. Amer. Mem. 60.

Kolorimetrische Mikrobestimmung von Rubidium und Cäsium

Die neue Methode beruht auf der Umsetzung des Rubidiumplatin-IV-chlorides und Cäsiumplatin-IV-chlorides mit Kaliumjodid zu Platin IV-jodid. Ähnlich wie Kaliumplatin-IV-jodidlösung[1]) sind beide Lösungen bei höheren Konzentrationen schön weinrot und bei niedrigen Konzentrationen rosarot gefärbt.

Aus der Extinktionskurve geht hervor, daß das Extinktionsmaximum im Sichtbaren bei der Wellenlänge von 496 für Cäsium und Kalium, und bei 500 mμ für Rubidium liegt. Nach einer halben Stunde erreicht die Farbintensität ihr Maximum, und vor Licht geschützt, ändert sich die Farbe der Lösung während einiger Stunden nicht. Die Abhängigkeit der Farbintensität der rosaroten Lösungen an der Konzentration entspricht dem Lambert-Beerschen Gesetz und ermöglicht dadurch eine kolorimetrische Bestimmung.

Zu Rb- oder Cs-platin-IV-chloridlösung im Meßkolben wurde Kaliumjodidlösung und verdünnte Salzsäure hinzugegeben und nach einer halben Stunde gemessen. Die Messung wurde im Zeiss-Universal-Spektrophotometer durchgeführt. Es wurden bis einige Zehntel Mikrogramm von Rubidium und Cäsium im ml bestimmt.

Über die kolorimetrische Mikrobestimmung, über die chromatographische Trennung der Kalium-, Rubidium- und Cäsiumchloride mittels Phenol-Salzsäure[2]),[3]) auf dem What-

man Papier No 3 und über die Bestimmung von Rubidium und Cäsium in Mineralwässern wird in ausführlicheren Mitteilungen berichtet werden.

Bäderforschungsinstitut, Prag II

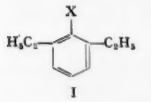
MILENA KOBROVÁ

Eingegangen am 8. April 1960

[1]) CAMERON, F. K., u. G. H. FAILYER: Amer. Soc. **25**, 1063 (1903). — [2]) STEEL, A. E.: Nature [London] **173**, 315 (1954). — [3]) FOURAGE, J., u. G. DUYCKAERTS: Anal. chim. Acta **14**, 527 (1956).

Permanganatoxydation von 2,6-Diäthyl-acetophenon[1])

Zur Herstellung des bisher unbekannten 2,6-Diäthylacetophenons (Ie) gingen wir von dem in letzter Zeit zugänglich gewordenen 2,6-Diäthyl-anilin[2]) (Ia) aus. Ia konnte über die Stufen Ib—d in Ie übergeführt werden. Ie läßt sich durch



I

I	X	
a	NH_2	Kp_{10}: 111°
b	J	$Kp_{0,8}$: 89°; n_D^{22}: 1,5662
c	COOH	$Kp_{2,5}$: 139°; Fp: 92°
d	COCl	Kp_5: 90°
e	$COCH_3$	Kp_4: 86°; n_D^{21}: 1,5110

Umsetzung mit Benzaldehyd als Benzal-2,6-diäthyl-acetophenon vom Schmp. 63° (If; X = $COCH{=}CHC_6H_5$) charakterisieren. Bei der Permanganatoxydation von Ie mit einem Gemisch von Kaliumpermanganat und Magnesiumnitrat in wäßriger Lösung bei 60 bis 70° entstehen: 1-Äthyl-2,3-diacetylbenzol (II) vom Kp_2: 141° und 1,2,3-Triacetyl-benzol (III) vom Schmp. 149°.

Erwartungsgemäß reagieren II und III — ebenso wie das o-Diacetylbenzol[3]),[4]) — unter geeigneten Bedingungen mit Aminosäuren, Peptiden und primären aromatischen Aminen unter Farbstoffbildung. Kolorimetrische Messungen ergaben, daß Glycin-II-Lösungen intensiver als entsprechende Glycin-III-Lösungen gefärbt sind. Eine Glycin-III-Lösung ist bei p_H 5 blau, bei p_H 8 grün. Glycin-II-Lösungen zeigen sowohl bei p_H 5 als auch 8 rotviolette Farbtöne.

Die Einführung einer dritten o-ständigen Acetylgruppe übt also *keinen* verstärkenden Effekt auf die Farbstoffbildung aus.

Freie Universität, Berlin-Dahlem[5])

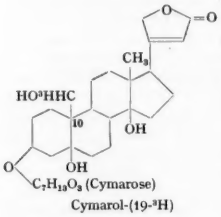
R. RIEMSCHNEIDER und B. DIEDRICH

Eingegangen am 25. April 1960

[1]) 14. Mitt. der Reihe „Acylderivate zyklischer Verbindungen". [2]) STROH, R., J. EBERSBERGER, H. HABERLAND u. W. HAHN: Angew. Chem. **69**, 125 (1957). — [3]) RIEMSCHNEIDER, R., u. C. WEYGAND: Mh. Chem. **86**, 201 (1955); Chem. Ber. **92**, 1705 (1959); Mh. Chem. **90**, 579 (1959). — [4]) WEYGAND, F., H. WEBER, E. MAEKAWA u. G. EBERHARDT: Chem. Ber. **89**, 1994 (1956). — [5]) Anschrift für den Schriftverkehr: Prof. Dr. R. RIEMSCHNEIDER, Berlin-Charlottenburg 9, Bolivarallee 8.

Cymarol-(19-^{3}H)

Herzglykoside bestehen aus einem steroiden Aglykon und einer Zuckerkomponente. Erstmalig markierte WILZBACH[1]) 1956 mit seiner Gasaustauschmethode ein Herzgift: Digitoxin-(u-^{3}H). Hierbei werden aber beide Teile der Molekel markiert. Für biochemische Untersuchungen wurde dagegen eine Substanz gefordert, die erstens gezielt und zum zweiten aber nicht im Zukkeranteil markiert ist. Eine solche Etikettierung gelang uns bei der Reduktion von Cymarin[2]) mit tritiertem Natriumborhydrid (spez. Aktivität: 50 mc/mMol)[3]) nach HUNGER und REICHSTEIN[4]). Dabei wird die anguläre Methanalgruppe am C-10 zur Methanolgruppe reduziert, wobei Tritium in die Molekel eintritt. Wegen der leicht erfolgenden Abspaltung von Cymarose (2-Desoxyzucker)[5]) mußte eine saure Reaktion vermieden werden. Das labile Hydroxyl-Tritium wurde durch mehrfaches Umkristallisieren bzw. Chromatographie entfernt. Die biologische Aktivität nach STRAUB (Froschherz-Test)[6]) entspricht mit 33 µg (systolischer Herzstillstand) der inaktiven Probe[7]).



Cymarol-(19-^{3}H)

Cymarol-(19-^{3}H): Weiße Kristalle aus Aceton/Äther. Fp: 220 bis 237°. Spez. Aktivität: Etwa 5 mc/mMol (10 µc/mg).

Bei der Papierchromatographie zeigte die Substanz eine geringe Verunreinigung mit Strophanthidol. Unseres Wissens handelt es sich um die erste Synthese eines gezielt tritierten Herzglykosids.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Präsident: Prof. Dr. Dr. h.c W. FRIEDRICH), *Arbeitsbereich Angewandte Isotopenforschung (Leiter: Dr.* G. VORMUM), *Berlin-Buch*

KARL-HEINZ SEGEL

Eingegangen am 9. April 1960

[1]) WILZBACH, K. E.: Chem. Eng. News **1956**, 4616; Amer. Soc. **79**, 1013 (1957). — [2]) Wir danken der Fa. C. F. Boeringer u. Söhne GmbH, Mannheim-Waldhof, herzlich für eine Probe. — [3]) The Radiochemical Center, Amersham (England). — [4]) HUNGER, A., u. T. REICHSTEIN: Chem. Ber. **85**, 635 (1952). — [5]) TAMM, CH.: Fortschr. Chem. organ. Naturstoffe **13**, 148 (1956). — [6]) STRAUB, W.: Biochem. Z. **28**, 392 (1910). — [7]) Wir danken Herrn E. TAPP, Dtsch. Akad. der Wiss. zu Berlin, Kreislaufforschung, Berlin-Buch, vielmals für die Ausführung der biologischen Teste.

Trennung einiger Vitamine der B-Gruppe und des Vitamins C durch Dünnschichtchromatographie

Über die Trennung der Vitamine des B-Komplexes und der B-Faktoren liegen zahlreiche papierchromatographische Arbeiten[1]), [2]) vor, während die Anwendung der Dünnschichtchromatographie, die durch ihre Schnelligkeit für Serienkontrollen besonders geeignet ist, auf diesem Gebiet noch nicht untersucht wurde. Die nachfolgend beschriebene Methode wurde für die Vitaminkombination B_1 (Thiaminhydrochlorid bzw. Thiaminmononitrat), Vitamin B_2, Vitamin B_6 (Pyridoxinhydrochlorid), Nikotinsäureamid, Biotin, Calciumpantothenat und Vitamin C in Mengenverhältnissen, wie sie in pharmazeutischen Zubereitungsformen vorliegen, ausgearbeitet und ist allgemein anwendbar, wenn insgesamt etwa 50 bis 100 γ des Gemisches aufgetragen werden, wobei die Vitamine der B-Gruppe in Mengen von 1 bis 10 γ vorliegen können und der Vitamin C-Anteil 5 bis 30 γ betragen kann.

Die Chromatographieplatten 20 × 20 cm wurden unter Verwendung eines Dünnschichtstreichgerätes nach E. STAHL[3]), [4]) mit Kieselgel G „Merck" bestrichen. Dem Kieselgel G „Merck" für Dünnschichtchromatographie wurden 2% Leuchtstoff ZS-Super von RIEDEL DE HAEN zugemischt, wodurch die Platten im UV-Licht (254 mµ) fluoreszierten. Nach zahlreichen Versuchen fanden wir mit dem Lösungsmittelsystem Eisessig/Aceton/Methanol/Benzol = 5/5/20/70 die Möglichkeit, die angeführten Vitamine durch eindimensionale Chromatographie voneinander zu trennen. Die Chromatographie wurde im Dunkeln durchgeführt; die Wanderungsweite des Lösungsmittelgemisches betrug etwa 19 cm. Um die einwandfreie Identifizierung zu ermöglichen, war es nötig, von jeder Probe 2 Startflecke auf die Platte aufzutragen.

Vitamin B_1 wird auf den Kieselgelplatten sehr stark adsorbiert und wandert weder in polaren noch in sauren Lösungsmittelgemischen, während es in basischen Gemischen leicht zersetzt wird. Im verwendeten Lösungsmittelsystem bleibt es daher am Start zurück. Die übrigen Vitamine besitzen folgende R_f-Werte: Vitamin B_6 0,15, Vitamin C 0,30, Vitamin B_2 0,35, Calciumpantothenat 0,57, Nikotinamid 0,65, Biotin 0,80. Zur Auswertung werden die aus beiden Startflecken entstandenen Chromatogramme unter dem UV-Licht betrachtet. Vitamin B_2 ist unter langwelligem UV-Licht (366 mµ) als gelb fluoreszierender Fleck zu erkennen, während die Platte selbst bei dieser Wellenlänge nicht fluoresziert. Unter kurzwelligem UV-Licht (254 mµ) sind Vitamin B_1, Vitamin C und Nikotinamid als dunkle Absorptionsflecke auf der fluoreszierenden Platte zu sehen. Um Biotin zu identifizieren, wird ein Chromatogramm abgedeckt und das andere mit Kaliumjodoplatinat (45 ml 10%ige Kaliumjodidlösung mit 5 ml 5%iger Platinchloridlösung mischen und mit Wasser auf 100 ml auffüllen) besprüht; dabei ist Biotin als weißer Fleck auf rosa angefärbtem Hintergrund zu erkennen. Daneben sind noch zu sehen: Vitamin B_1 grau, Nikotinamid schwach gelb und Vitamin C gelb. Anschließend wird das zweite, zuvor abgedeckte Chromatogramm verwendet, um Vitamin B_6 und Calciumpantothenat nachzuweisen. Der untere Teil wird mit einer 0,1%igen Lösung von Dichlorchinonchlorimid in Äthanol besprüht und Ammoniakdampf ausgesetzt, wobei sich Vitamin B_6 blau anfärbt. Anschließend wird $^1/_2$ Stunde bei 160° C erhitzt und dann der obere Teil des Chromatogramms mit einer 0,5%igen Lösung von Ninhydrin in Äthanol besprüht. Nach erneutem

kurzem Erhitzen auf 160° C ist Calciumpantothenat als violetter Fleck zu erkennen.

Wissenschaftliche Abteilung der Firma Dr. Karl Thomae GmbH., Biberach an der Riß

H. GÄNSHIRT und A. MALZACHER

Eingegangen am 9. April 1960

[1]) Chromatographie unter besonderer Berücksichtigung der Papierchromatographie, *Merk AG.*, Darmstadt, 2. Aufl., S. 90—92.— [2]) HAIS, I.M., u. K. MACEK: Handbuch der Papierchromatographie, Bd. I, S. 624ff. 1958. — [3]) STAHL, E.: Chemiker-Ztg. **82**, 323(1958); Arbeitsvorschrift für die Dünnschichtchromatographie der Firma *C. Desaga GmbH.*, Heidelberg.

Eine Methode zum Nachweis der Hormonbindung von Serumfraktionen

Seit Einführung der Elektrophorese ist besonders die Zonenelektrophorese bei der Untersuchung der Vehikelfunktion der Serumeiweißkörper häufig herangezogen worden. Mit dieser Methode ist jedoch nur eine Zuordnung an die zonenelektrophoretisch auftrennbaren Proteine möglich. An welche Unterfraktionen im einzelnen eine Bindung besteht, kann nicht entschieden werden. Wir versuchten deshalb, die Immunelektrophorese zur Klärung der Bindungseigenschaften einzelner Serumproteine heranzuziehen, wobei uns insbesondere die Transportproteine für Schilddrüsen- und Nebennierenhormone interessierten. Nach Zugabe von radioaktiv markiertem ^{131}I-Thyroxin bzw. ^{131}I-Trijodthyronin zu Serum und anschließender Immunelektrophorese war zu erwarten, daß die radioaktiven Hormone in den Präzipitaten der spezifischen Transportproteine nachzuweisen sind. Allerdings muß hierbei vorausgesetzt werden, daß das zur Immunelektrophorese verwendete Antiserum spezifische Antikörper gegen die in der Literatur diskutierten Transportproteine hat und daß durch die Bildung des Antigen-Antikörper-Komplexes die Bindungsvalenzen für das Hormon nicht beeinträchtigt werden.

Methodik. Es wurden ^{131}I-Thyroxin- und ^{131}I-Trijodthyroninlösungen (Lösungsmittel 50%iges Propylen-Glykol) im Vakuum eingedampft und dann Normalserum zugegeben, wobei das Hormonangebot 1,0 bis 15,0 µg/ml Serum betrug. Die Immunelektrophorese wurde auf 4 · 10,5 cm großen Agarplatten durchgeführt. Es wurden 3 µl Serum-Hormongemisch elektrophoretisch aufgetrennt (Michaelis-Puffer, p_H 8,6 $\mu = 0{,}05$; Feldstärke 4,8 V cm^{-1}; Laufzeit 90 min; Antiserummenge: 0,1 ml; Antihumanseren: Behring-Werke, Marburg, und Institut Pasteur, Paris). Nach 2 Tagen wurden die Agarplatten getrocknet und zur Darstellung der Radioaktivität auf Röntgenfilm mit Verstärkerfolie Schicht auf Schicht exponiert. Die Expositionsdauer richtete sich nach der spezifischen Aktivität des zugesetzten ^{131}I-Thyroxins bzw. ^{131}I-Trijodthyronins. Zur Kontrolle der Lage der radioaktiven Präzipitate wurden die Agarplatten mit Azocarmin und Sudanschwarz nachgefärbt.

Ergebnisse. Fig. 1 zeigt Immunelektrophoresen und Autoradiographien mit verschiedenen Antiseren von Normalpersonen. Ein radioaktives Präzipitat findet sich im Albumin-, α_1- und β-Globulinbereich. Durch Sudanfärbung und spezifische Antilipoproteinseren lassen sich die Präzipitate im Globulinbereich den Serumlipoproteinen zuordnen.

Als Transportprotein des Thyroxins im Serum wird eine anderweitig nicht näher definierte elektrophoretische Fraktion im Interalphabereich angesehen. Zusätzlich findet sich bei einem unphysiologisch hohen Thyroxinangebot von z.B. 15 µg/ml ^{131}I-Thyroxin Radioaktivitätsgipfel im Präalbumin-, Albumin- und β-Globulinbereich[2]).

Unsere weiteren Untersuchungen[1]) stützen die Annahme, daß das α_1-Lipoprotein mit dem thyroxin-bindenden Globulin in enger Beziehung steht.

Die Ergebnisse quantitativer Untersuchungen zur Identifizierung des thyroxin-bindenden Globulins mit der Immun- und Zonenelektrophorese werden noch ausführlich mitgeteilt.

Medizinische Universitäts-Poliklinik, Marburg a.d.Lahn (Direktor: Prof. Dr. F. HARTMANN)

F.W. ALY und K.H. GILLICH

Eingegangen am 7. April 1960

[1]) ALY, F.W., u. K.H. GILLICH: a) VIII Eiweiß Collq. Brügge 1960; b) Ges. f. Inn. Med. 1960 (beides in Vorbereitung). — [2]) GILLICH, K.H.: Z. exper. Med. **130**, 415 (1958).

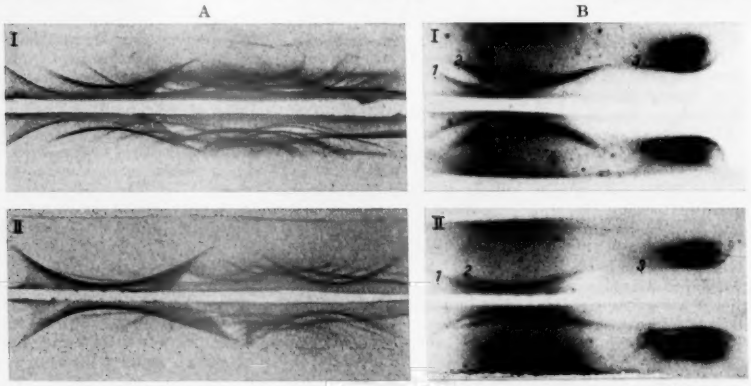


Fig. 1. Immunelektrophoresen von Normalpersonen (Mischserum von gesunden Normalpersonen) nach in-vitro-Zugabe von 10 µg ^{131}I-Thyroxin/ml Serum. A: Azocarminfärbungen. B: Korrespondierende Autoradiographien. Entwicklung der Präzipitate mit Antihumanserum vom Pferd (I), Institut Pasteur, Paris, und Antihumanserum vom Kaninchen (II), Behring-Werke, Marburg/Lahn. Präzipitate: (1) Albumin; (2) α_1-Lipoglobulin; (3) β-Lipoglobulin

Biogenese von 2-Methoxy-oestradiol-(17β) in der menschlichen Leber

Unter den Metaboliten des Zwischenstoffwechsels der Oestrogene sind neben Hydroxylierungsprodukten auch 2-Methoxy-Derivate aufgefunden worden; diesen Verbindungen kommt offenbar bei der biologischen Inaktivierung der Oestrogene eine besondere Bedeutung zu. 2-Methoxy-oestron wurde erstmalig von KRAYCHY und GALLAGHER[1]) aus dem Urin von Menschen isoliert, denen radioaktives Oestradiol (17β) injiziert worden war. ENGEL, BAGGETT und CARTER[2]) stellten fest, daß etwa 8% des injizierten Oestradiol-(17β) als 2-Methoxy-oestron ausgeschieden wurden. Inzwischen konnten FISHMAN und GALLAGHER[3]) auch 2-Methoxy-oestriol als Stoffwechselprodukt von Oestradiol-(17β) im Urin nachweisen, während LOKE und MARRIAN[4]) die Isolierung von 2-Methoxy-oestron aus dem Schwangerenurin gelang.

Bisher liegen noch keine Untersuchungen zu der Frage vor, auf welche Weise 2-Methoxy-Derivate der Oestrogene im menschlichen Organismus gebildet werden. Gewisse Anhaltspunkte ergeben sich aber aus der Beobachtung von ARMSTRONG, MCMILLAN und SHAW[5]), wonach nor-Adrenalin im Urin des Menschen zum Teil als 3-Methoxy-4-Hydroxymandelsäure ausgeschieden wird. An der Bildung dieser Verbindung ist eine Sauerstoff-Methyl-Transferase beteiligt, welche die Übertragung der Methylgruppe von S-Adenosylmethionin auf eine der beiden phenolischen Hydroxylgruppen der Catecholamine katalysiert [vgl.[6])]. Es lag nahe, den gleichen Mechanismus auch für die Bildung der 2-Methoxy-Oestrogene beim Menschen anzunehmen, zumal KING[7]) in jüngster Zeit auf Grund von Versuchen mit Rattenleberpräparationen eine ähnliche Vermutung geäußert hat. Wir prüften deshalb das Verhalten von 2-Hydroxy-oestradiol-(17β)

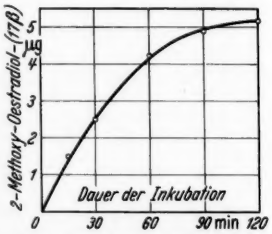


Fig. 1. Zeitlicher Verlauf der Bildung von 2-Methoxy-oestradiol-(17β) aus 2-Hydroxy-oestradiol-(17β) nach Inkubation mit normalen Leberschnitten des Menschen. Die Gewebemenge betrug pro Ansatz 200 mg, die Steroidmenge 200 µg. Jeder Punkt der Kurve ist ein Mittelwert aus 4 Einzelbestimmungen. *Ordinate:* 2-Methoxy-Oestradiol-(17β) in µg

bei der Inkubation mit Leberschnitten des Menschen in Gegenwart von S-Adenosylmethionin.

200 µg 2-Hydroxy-oestradiol-(17β) wurden in 5 ml Krebs-Ringer-Phosphatlösung, die als Substrate Glucose (20 mM) und S-Adenosylmethionin (0,2 µM) enthielt, bei 37° mit 200 mg Schnitten normaler menschlicher Leber inkubiert. Die Zeit zwischen der Entnahme des Gewebes und dem Beginn eines Versuches betrug 5 bis 10 min. Die Extraktion der Inkubationslösungen erfolgte mit Äther/Chloroform (3:1)[8]). Die Rückstände der Extrakte wurden der Papierchromatographie im System Benzol/Petroläther/Methanol/Wasser (33:66:80:20) unterworfen und die Papierchromatogramme mit FOLIN-CIOCALTEUS Reagenz angefärbt[9]). Nach Inkubation von 2-Hydroxy-oestradiol-(17β) wurde ein phenolischer Metabolit (I) nachgewiesen, dessen R_F-Wert (0,81) mit demjenigen von authentischem 2-Methoxy-oestradiol-(17β) übereinstimmte. In der Kober-Reaktion hatte I das für 2-Methoxy-Oestrogene typische Maximum bei 545 mµ. Bei der Chromatographie an einer Celite-Säule (System Methanol/Wasser/Benzin/Benzol [40:10:33:17]) zeigte I das gleiche Verhalten wie 2-Methoxy-oestradiol-(17β). Das I.R.-Spektrum von I war mit demjenigen von 2-Methoxy-oestradiol-(17β) identisch.

Das Ergebnis der quantitativen Untersuchungen, die mit der Kober-Reaktion durchgeführt wurden, ist in Fig. 1 wiedergegeben. Da die Kurve eine Resultante aus der Bildung und dem Abbau von 2-Methoxy-oestradiol-(17β) darstellt, dürfte die tatsächlich entstandene Steroidmenge größer sein als in der Figur angegeben.

Die Versuche zeigen, daß die Bildung 2-methoxylierter Oestrogene in der menschlichen Leber über die entsprechenden 2-Hydroxy-Verbindungen als Zwischenstufen verläuft. Das an dieser Reaktion beteiligte Enzym ist eine Sauerstoff-Methyl-Transferase; als Methyldonator dient S-Adenosylmethionin. Versuche mit gereinigten Enzympräparationen, über die an anderer Stelle berichtet wird, haben zu gleichen Ergebnissen geführt.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Kultusministers des Landes Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

Chemische Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik und Poliklinik, Bonn-Venusberg

H. BREUER und R. KNUPPEN

Eingegangen am 4. April 1960

[1]) KRAYCHY, S., u. T. F. GALLAGHER: J. Biol. Chem. **229**, 519 (1957). — [2]) ENGEL, L. L., B. BAGGETT u. P. CARTER: Endocrinology **61**, 113 (1957). — [3]) FISHMAN, J., u. T. F. GALLAGHER: Arch. Biochemistry **77**, 511 (1958). — [4]) LOKE, K. H., u. G. F. MARRIAN: Biochim. Biophys. Acta **27**, 215 (1958). — [5]) ARMSTRONG, M. D., A. MCMILLAN u. K. N. F. SHAW: Biochim. Biophys. Acta **25**, 422 (1957). — [6]) AXELROD, J., u. R. TOMCHICK: J. Biol. Chem. **233**, 702 (1958). — [7]) KING, R. J. B.: Biochemic. J. **74**, 22P (1960). — [8]) BREUER, H., u. L. NOCKE: Acta endocrinol. [Copenh.] **29**, 489 (1958). — [9]) MITCHELL, F. L., u. R. E. DAVIES: Biochemic. J. **56**, 690 (1954).

Isolierung von Testosteron aus Normalharn

Im Gegensatz zu Östradiol, Progesteron oder Hydrocortison konnte das androgene Hormon Testosteron bisher weder im peripheren Blut noch im Harn nachgewiesen werden. Nur nach Applikation großer Testosterondosen konnte eine kleine Menge des Hormons isoliert werden[1]), [2]). Es ist uns nun gelungen, Testosteron aus dem Harn eines gesunden Mannes zu isolieren.

Eingehende Untersuchungen des Testosteronstoffwechsels bei Brustkrebs und Mastopathie machten den Nachweis von C 19-Steroiden mit UV-Absorption erforderlich. Mit einem routinemäßig anwendbaren Differenzierungsverfahren[3a]) können wir UV-spektrographisch nach Adsorptionschromatographie den Testosteronüberlauf nach einer Testbehandlung mit 50 bzw. 100 mg Testosteron quantitativ erfassen und Unterschiede in der Umwandlungsquote unter pathologischen Bedingungen feststellen[4]), [5]). Bemerkenswerterweise fanden wir bei einigen gesunden Personen bereits ohne Behandlung auf Grund der spektrographischen Auswertung kleine Testosteronwerte[3a]).

Für die Isolierung und Identifizierung der UV-positiven Komponente im Testosteronbereich wurden 30 l Harn von einem 40jährigen Mann eingesetzt. Nach Inkubation mit β-Glucuronidase wurden die Steroide mit Essigester extrahiert, die Extrakte mit 1 n-KOH und Wasser gewaschen und der Essigester unter Stickstoff abdestilliert. Der getrocknete Extrakt wurde einer Girard-Trennung unterzogen und die ketonischen Steroide an einer Aluminiumoxydsäule nach dem Prinzip von POND[3b]) vorfraktioniert. Die Androsteronfraktion, in der das UV-absorbierende Material enthalten ist, wurde mit dem Gradient-Elutionsverfahren[6]) an Aluminiumoxyd chromatographiert. Die weitere Reinigung erfolgte papierchromatographisch mit Propylenglykol/Toluol und anschließend mit dem System Bush B 1. Zur Entfernung von Papierverunreinigungen wurden die eluierten Zonen in Benzol gelöst und nochmals über Aluminiumoxyd Aktivität I filtriert. Das papierchromatographische Verhalten der isolierten Substanz in den drei Systemen Zaffaroni, Bush A und B 1 entspricht dem des Testosterons. Das IR-Spektrum ist gleichfalls mit Testosteron identisch. Ferner wurde durch Chromsäureoxydation Δ^4-Androsten-3,17-dion erhalten. Die Oxydation wurde als Mikro-Reaktion auf dem Papierchromatogramm vergleichsweise mit einem Testosteron-Standard durchgeführt[8]). Die R_F-Werte der Oxydationsprodukte stimmten mit dem eines mitlaufenden Δ^4-Androsten-3,17-dion-Präparates überein.

Sowohl aus den erwähnten Routinemessungen wie aus der Isolierungsarbeit läßt sich für den untersuchten Fall eine Tagesausscheidung von etwa 50 γ berechnen. Zieht man hierbei in Betracht, daß bei gesunden Personen nach Applikation von 100 mg Testosteron täglich ein Testosteronüberlauf von 500 bis 1000 γ von uns zu beobachten war, so würde eine angenommene endogene Testosteronproduktion von weniger als 17 mg/Tag[7]) mit dem Ausscheidungswert von 50 γ eine entsprechende Relation bilden.

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie, Jena (Direktor: Prof. Dr. med. H. KNÖLL)

KURT SCHUBERT und KURT WEHRBERGER

Eingegangen am 14. April 1960

[1]) LIEBERMAN, S., D. K. FUKUSHIMA u. K. DOBRINER: J. Biol. Chem. **182**, 299 (1950). — [2]) RUBIN, B. L., R. I. DORFMAN u. G. PINCUS: Recent Progress in Hormone Research, Bd. IX, p. 213. New York: Academic Press Inc., Publ. 1954. — [3]) SCHUBERT, K.: a) Acta endocrin. **27**, 36 (1958); b) Arch. Geschwulstforsch. **11**, 115 (1957). — [4]) SCHUBERT, K., u. H. SCHRÖDER: Acta endocrin. **32**, 33 (1959). — [5]) SCHUBERT, K., u. G. BACIGALUPO: Arch. Geschwulstforsch. (im Druck). — [6]) LAKSHMANAN, T. K., u. S. LIEBERMAN: Arch. Biochem. Biophys. **53**, 258 (1954). — [7]) FUKUSHIMA, D. K., H. L. BRADLOW, K. DOBRINER u. T. F. GALLAGHER: J. Biol. Chem. **206**, 863 (1954). — [8]) RAHANDRAHA, TH., u. A. R. RATSIMAMANGA: Bull. Soc. Chim. biol. **38**, 897 (1956).

Nachweis des Oxalsäureabbaus und der Verwertung des Calciums aus wasserunlöslichem Calciumoxalat beim Schwein mit Hilfe von Ca^{45}- oder C^{14}-markiertem Calciumoxalat

In langfristigen Stoffwechselexperimenten mit zwei älteren, noch wachsenden Borgschweinen, die für die Versuchsdurchführung mit Atemmasken besonders dressiert waren, konnte bei einer Zulage von 20 g Calciumoxalat $Ca(COO)_2$, $Ca^{45}(COO)_2$ oder $Ca(C^{14}OO)_2$ zu einer calciumarmen Grundration nachgewiesen werden, daß im Verdauungstrakt des Schweines 76% (±4%) des Calciumoxalates in andere Ca-Bindungsformen überführt wird. Ein bakterieller Abbau der Oxalsäure im Verdauungstrakt ist als sicher anzunehmen, da die nicht mit dem Kot wieder ausgeschiedene Oxalsäure zum überwiegenden Teil als $C^{14}O_2$ in der Expirationsluft nachweisbar war. Durch Vergleich der Durchgangszeit der Nahrung durch den Intestinaltrakt mit der expirierten $C^{14}O_2$ wurde festgestellt, daß mindestens 15% der Calciumoxalatdosis bereits im Magen, der Rest im Darm zersetzt wird. Die $C^{14}O_2$-Ausscheidung mit der Expirationsluft erfolgt bereits nachweisbar 15 min nach der Fütterung der Testdosis. Die unmittelbare Resorption von Ca aus Calciumoxalat beim Schwein wurde im Rahmen des gegebenen Ansatzvermögens durch Ca^{45}-Markierung nachgewiesen und eine Gesamtretention von 34,5% des aus Oxalat freigesetzten Calciums gefunden. Das Schwein ist demnach auf Grund des besonderen Baues seines Verdauungstraktes ebenso wie der Wiederkäuer in der Lage, Calcium aus wasserunlöslichem Calciumoxalat im erheblichen Maße zu verwerten, was für die praktische Fütterung mit oxalsäurehaltigen Futtermitteln bisher nicht beachtet wurde.

Institut für Tierphysiologie und Tierernährung der Universität, Göttingen

H. BRUNE und H. BREDEHORN

Eingegangen am 21. April 1960

Über den Einfluß der Thioglykolsäure auf Muskelatmung und Redoxpotential

Das Wesen der Pasteurschen Reaktion ist bekanntlich, daß bei Anwesenheit von Sauerstoff die Fermentation aufhört und die Zellen die mit einer größeren Energieerzeugung einhergehende Oxydation als Energiequelle benutzen. Mit der Hemmung dieser Reaktion haben sich mehrere Autoren beschäftigt. Es wurde nachgewiesen, daß zahlreiche Verbindungen verschiedenen Typs imstande sind, die Reaktion aufzuheben. Hierher gehören auch Glutathion und Cystein, die über eine SH-Gruppe verfügen. In einer vorhergehenden Arbeit haben wir uns mit der Wirkung der Thioglykolsäure als das Redoxpotential herabsetzende Substanz auf den Stoffwechsel der Hefe beschäftigt. Dabei konnte festgestellt werden, daß auf den Einfluß der Thioglykolsäure unter aeroben Verhältnissen die alkoholische Gärung gesteigert wird, was auf eine gewisse Hemmung des Pasteurschen Effektes schließen läßt[1]).

BUMM und APPEL[2]) fanden, daß in Tumorgeweben das Glutathion in der Konzentration von 10^{-3} Mol eine so hochgradige Hemmung des Pasteurschen Effektes zu bewirken

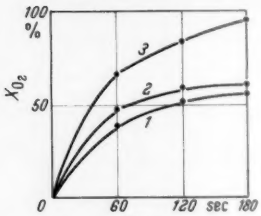


Fig. 1

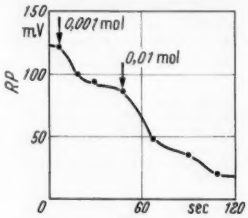


Fig. 2

Fig. 1. Veränderung der Muskelatmung auf die Wirkung von Thioglykolsäure. *1* Kontrolle; *2* 0,001 Mol; *3* 0,01 Mol Thioglykolsäure + Muskelsuspension

Fig. 2. Veränderung des Redoxpotentials auf die Wirkung von Thioglykolsäure

vermag, daß die aerobe Glykolyse beinahe das Ausmaß der anaeroben Glykolyse erreicht, während in der Sauerstoffaufnahme und der anaeroben Glykolyse bei derartigen Konzentrationen eine Veränderung nicht beobachtet werden konnte. RUNNSTRÖM und SPERBER[3]) stellten fest, daß das Cystein den Pasteurschen Effekt in weniger spezifischem Maße hemmt, gleichzeitig aber eine herabgesetzte Atmung und herabgesetzte Polysaccharidsynthese zu beobachten ist.

Es erschien lohnenswert, die Wirkung der Thioglykolsäure auf die Atmung und das Redoxpotential von Muskeln zu untersuchen.

Experimenteller Teil. Die Versuche wurden am Brustmuskel der Taube vorgenommen. Nach dem Töten der Tiere wurden die Brustmuskeln für einige Minuten in Eis gelegt und dann in einer eisgekühlten Latapie-Maschine zerkleinert. Der so erhaltene ungewaschene Muskelbrei wurde in Ringerlösung (1:4) suspendiert und sofort zum Atmungsversuch verwendet. Zu den im Warburg-Apparat durchgeführten Atmungsversuchen wurde von dem 1:4 verdünnten Muskelbrei je 1 cm^3 in die Gefäße eingetragen und nach Hinzufügen der erforderlichen Thioglykolsäuremenge mit Ringerlösung auf 3 cm^3 ergänzt. Die Thioglykolsäure, die in Endkonzentrationen von 0,01 und 0,001 Mol zur Anwendung gelangte, wurde in jedem Falle neutralisiert (Fig. 1).

Die Redoxpotentialmessungen geschahen in offenen, mit magnetischem Rührer versehenen Gefäßen, wobei das mit Hilfe einer Platinelektrode — gegenüber einer gesättigten Kalomelelektrode — ermittelte Redoxpotential von einem Methrom-Titriskop abgelesen wurde (Fig. 2).

Versuchsergebnisse. Die Atmungsversuche zeigten, daß 0,001 Mol Thiolglykolsäure die Muskelatmung nur in geringem Grade beeinflußt, während 0,01 Mol bereits eine Steigerung derselben auf das Zweifache zur Folge hat (Fig. 1). Die Redoxpotentialmessungen ergaben, daß 0,001 Mol Thioglykolsäure binnen 10 min eine Herabsetzung um 200 mV und 0,01 Mol eine weitere Herabsetzung um 90 mV bewirken (Fig. 2).

Chemisches und Biochemisches Institut der Medizinischen Universität, Szeged

EMMA F. PETTKÓ und PAL TURAY

Eingegangen am 2. April 1960

[1]) KRÁMLI, A., E. F. PETTKÓ u. P. TURAY: Im Druck. — [2]) BUMM, E., u. H. APPEL: Hoppe-Seylers physiol. Chem. **210**, 79 (1932).

The Antifungal Properties of X-Irradiated Essential Oils and Oil Combinations

Irradiation of essential oils with ultraviolet light was reported to increase the bactericidal action as compared with untreated oils[1]),[2]). In this study we have x-irradiated 5 essential oils and 25 combinations of these oils (in the proportions 1:1, 1:1:1, 1:1:1:1, and 1:1:1:1:1) with 19·7r. The antifungal properties of these irradiated oils and oil combinations were tested within 4 weeks and compared with the properties of untreated samples. The method of testing was a modification of the filter paper disk diffusion method[3]). In this method filter paper disks (6·35 mm. diameter) were saturated with the oil and placed on the surface of Sabauraud maltose agar in Petri dishes previously seeded with 0·5 ml. of a week old broth culture of the test organism. The test organisms were: *Rhizopus nigricans* ATCC 10404, *Saccharomyces cereviseae* ATCC 7921, *Fusarium oxysporum* ATCC 9848, and *Giberella fujikuroi* NRRL 22844. The test organisms were maintained on Sabauraud maltose broth. All dishes were incubated for one week at room temperature and zones of inhibition were measured with a millimeter ruler. All tests were conducted at least in triplicate.

The results in the following table show a slight overall increase in the zones of inhibition with the x-irradiated oils.

Table. *Zones of inhibition produced by x-irradiated oils (I) and untreated oils (NI)*)*

Oils	R. nigricans		S. cereviseae		F. oxysporum		G. fujikuroi	
	NI	I	NI	I	NI	I	NI	I
Caraway	0	0	4	5	0	0	5	5
Myrrh	2	3	0	3	1	0	0	0
Niaouli	0	0	4	5	0	0	0	2
Origanum Red .	5	7	35	32	13	18	22	25
Peppermint . .	5	4	7	5	2	2	4	4
Total zones . .	12	14	48	52	16	20	31	36

*) All zones measured in mm. from disk edge to the edge of the zone.

The 25 combinations of untreated essential oils produced a decrease in antifungal activity as compared to each oil used separately. Similarly the 25 combinations of x-irradiated oils showed a decrease in antifungal activity as compared to each irradiated oil used separately. Similar results were obtained by MARUZZELLA and HENRY[4]) using non-irradiated essential oil combinations on bacteria.

It is interesting to note that immediately after irradiation the oils and oil combinations had become much more odoriferous and returned to their normal odor level 2 days later. This suggests that perhaps and antimicrobial properties of the vapors might be enhanced during this time. Studies are now in progress in this area.

Long Island University, Biology Department, Brooklyn, New York

JASPER C. MARUZZELLA and DENIS SCRANDIS

Eingegangen am 5. April 1960

[1]) REINER-DEUTSCH, W., u. N. MOLNAR: J. Bacteriol. **30**, 444 (1935). — [2]) STEVENS, F. A.: J. Lab. Clin. Med. **21**, 1040 (1936). — [3]) VINCENT, J. G., u. H. W. VINCENT: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **55**, 162 (1944). — [4]) MARUZZELLA, J. C., u. P. A. HENRY: J. Amer. Pharmac. Assoc. **47**, 294 (1958).

Untersuchungen über den photodynamischen Effekt von Acridinfarbstoffen an Escherichia coli und Bacillus subtilis

Nephelometrisch auf gleiche Ausgangsdichte eingestellte Suspensionen von E. coli bzw. Bac. subtilis wurden mit Verdünnungen 1:20000 folgender Acridinfarbstoffe in synthetischer Asparaginnährlösung gezogen: Acridinorange (AO), Trypaflavin (TF) und Coriphosphin (CP). Gegenüber den unbehandelten Kontrollen verglichen wir in Hell- und Dunkelversuchen nephelometrisch die Zuwachsrate und manometrisch Atmungs- und Gärungsverlauf (unter N_2-Atmosphäre). Die Belichtungsversuche führten wir mit Philips Leuchtstoffröhren in verschiedenen Spektralbereichen durch, mit Lampe TL 40 W/18 im Blau (λ_{max} 450 mμ), das gut mit den Absorptionsmaximum der 3 Farbstoffe übereinstimmt, ferner im UV (TL UV/40 W λ_{max} 325 mμ) und Gelb (TL 40 W/16 λ_{max} 599 mμ).

Die Dunkelversuche zeigten eine etwa 10—20 Std dauernde Anfangshemmung, am stärksten bei CP, am geringsten bei AO. Nach etwa 36 Std holten aber die Farbstoffkulturen allmählich auf, und in 2 Tagen war die Wachstumsintensität der Kontrollen erreicht. Bei Anzucht auf der Schüttelmaschine dauerten die Hemmungen etwa 3 Tage. Konzentrationen 1:10000 erlaubten nur sehr mäßiges Wachstum, allerdings war auch hier eine langsame Adaptation zu verzeichnen. Farbstoffkonzentrationen von 1:50000, 1:75000 und 1:100000 wiesen eine entsprechend abnehmende anfängliche Giftwirkung auf.

Belichtete man die Kulturen (AO, TF, CP 1:20000) 24 Std mit Blaulicht (TL 40 W/18 im Abstand von 20 cm), so ergaben sich sehr ausgeprägte Wachstumshemmungen gegenüber den dunklen Farbstoffkulturen. Bei UV- bzw. Gelbbestrahlung dagegen konnte man selbst mit Farbstoffzusatz *keine* photodynamischen Schädigungen beobachten.

Atmungsversuche in 1%iger Glucoselösung mit Zusatz von AO, TF und CP 1:20000 zeigten im Dunkeln eine stärkere Hemmung durch CP, eine geringere durch AO. Bei längerer Versuchsdauer konnte man langsame Adaptation der Bakterien an die 3 Fluorochrome feststellen. Bac. subtilis verhielt sich den Farbstoffen gegenüber allgemein empfindlicher als E. coli. Wurden nun die Kulturen in der Warburg-Apparatur mit Blau belichtet, so setzte eine schlagartige Atmungsschädigung ein, die nach etwa 40 min zu einem gleichbleibenden Minimalwert bzw. zu völligem Atmungsstillstand führte. Der photodynamische Effekt war auch noch bei einer Farbstoffkonzentration von 1:100000 und 10 min Bestrahlungszeit merklich, am deutlichsten bei TF. Die Kontrollen ohne Farbstoff blieben unbeeinflußt. UV- und Gelbbestrahlung brachten auch bei den Farbstoff-Kulturen *keine* photodynamischen Erscheinungen.

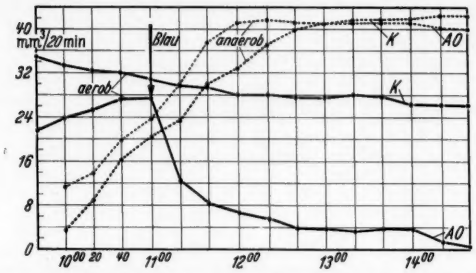


Fig. 1. Gärung und Atmung von AO-Kulturen (E. coli) bei Blaubelichtung. *Abszisse:* Zeit. *Ordinate:* O_2-Verbrauch und CO_2-Produktion in mm³/20 min. *K* Kontrolle; *AO* Acridinorange-Kulturen. Der Pfeil (Blau) bezeichnet das Einsetzen der Belichtung mit Blau ($\lambda_{max} = 450 m\mu$) auf 40 min

Weitere Versuche wurden an E. coli unter N_2-Atmosphäre, d.h. unter anaerober Bedingung durchgeführt. Im Dunkelversuch hemmt TF die Gärung am stärksten, AO am wenigsten. Bei Belichtung im Wellenlängenbereich des Absorptionsmaximum der 3 Fluorochrome konnte bei den AO-, TF-, CP-Kulturen *keine* Hemmung der Gärung beobachtet werden (Fig. 1).

Das Ergebnis der vorläufigen Versuche, die noch durch Untersuchungen des Eiweißstoffwechsels, der Aktivität oxydierender Fermente, der Dunkelwirkung der 3 Acridinderivate und durch die Ermittlung des photodynamisch wirksamen Energieschwellenwertes ergänzt werden sollen, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: 1. Auch im Dunkeln bewirken Konzentrationen 1:20000 der 3 genannten Fluoreszenzfarbstoffe eine anfängliche Hemmung der Wachstumsrate von E. coli und Bac. subtilis. Nach einigen Tagen erfolgt aber ein Ausgleich durch Adaptation. — 2. Bestrahlt man die Kulturen mit Farbstoffzusatz mit Blaulicht, dessen Wellenlänge dem Hauptabsorptionsbereich der Fluorochrome entspricht, so treten deutliche photodynamische Schäden auf, die sich im Wachstum, noch viel stärker in einer Atmungshemmung ausdrücken. — 3. Bestrahlungen im Bereich, der unter (UV) bzw. über (Gelb), dem Absorptionsmaximum der Acridinfarbstoffe, liegt, schädigen die Bakterien nicht. — 4. Unter anaeroben Bedingungen (Versuch mit E. coli unter N_2-Atmosphäre im Warburg-Apparat) bewirkt aber selbst Blaulichtbestrahlung keine Hemmung des Stoffumsatzes und Wachstums der Bakterien. Vor dem Zusatz zu den Bakterienkulturen wirksam bestrahlte Farbstofflösungen zeigen in Dunkelkultur keine giftige Wirkung auf die Mikroben. Sollte es sich also bei der photodynamischen Schädigung im empfindlichen Strahlenbereich (Blau) um Wirkungen giftiger Photooxydationsprodukte des Farbstoffs (Peroxyde?) handeln, so sind diese vermutlich so kurzlebig, daß eine Nachwirkung ausbleibt.

Botanisches Institut der Universität, München

PETER WALLNÖFER und FRANZ BUKATSCH

Eingegangen am 30. März 1960

Wirtszellenfreie Photoreaktivierung UV-inaktivierter T2-Phagen

Die Beobachtung, daß Bakteriophagen nach UV-Inaktivierung nur als Phagen-Bakterien-Komplex Photoreaktivierung (PhR) sowie auch Wärmereaktivierung (1,2) zeigen, wirft die Frage auf, ob der Zustand der Phagen-DNS im Wirtsbakterium hierfür ausschlaggebend ist, im Bakterium ablaufende biochemische Prozesse eine wesentliche Rolle spielen oder beide Faktoren beteiligt sind. In den eigenen Untersuchungen wurde geprüft, ob durch aus dem Wirtsbakterium gewonnene Substanzen eine Reaktivierung in vitro erreicht werden kann.

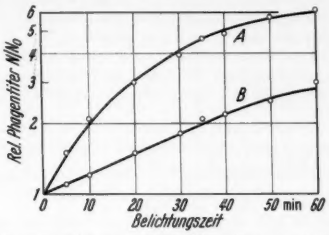


Fig. 1. Anstieg des Titers uv-bestrahlter Phagen als Funktion der Zeit in Anwesenheit von SR und DPNH. *A* belichtet, *B* nicht belichtet

Material und Methoden. Phagengewinnung: Entsprechend der in der Mitteilung[3]) bei T3-Phagen angewendeten Methode. Titer der gereinigten Suspension: 10^{10} bis 10^{11} Phagen/ml. UV-Bestrahlung: 10^8 Phagen/ml in Quarzröhrchen von 0,8 cm ⌀ 75 sec der Gesamtstrahlung einer Hg-Niederdrucklampe (HNS 12, Osram) im Abstand von 80 cm (8 bis 9 HWD). Gewinnung des zur Reaktivierung benutzten Systems: Gewaschene, auf Agar gezüchtete E. coli B werden mit 80%igem Phenol extrahiert; aus dem vom Phenol befreiten Extrakt wird mit einem Gemisch verschiedener Lipoidlösungsmittel eine Substanz (SR) isoliert. SR wurde für PhR-Versuche verwendet. Eine feine Verteilung von SR wurde durch Adsorption an ein Lecithin-Cholesterin-Gemisch in Phosphatpuffer (p_H 7,4) erzielt und DPNH (reduziertes Diphosphopyridinnucleotid, hergestellt durch Mischung von DPN, Alkoholdehydrogenase, Äthylalkohol und Semicarbazid) hinzugefügt. In diese Mischung wurden die uv-bestrahlten Phagen im Verhältnis 1:10 hineinverdünnt und bis 60 min dem Licht von 2 Glühlampen (500 W, Nitraphot) in 15 cm Abstand ausgesetzt. Die Phagen-SR-DPNH-Mischung befand sich während der Belichtung in Reagenzröhrchen im Wasserbad bei 40° C. (Oberhalb 42° C erfolgt Temperaturinaktivierung der Phagen.) Titerbestimmung: Zählung der T2 nach im Dunkeln erfolgter Verdünnung und Mischung mit E. coli B auf Wasserblau-Glucose-Bouillon-Agar. Kontrollen: UV-bestrahlte Phagen in SR+DPNH unbelichtet (I), in Puffer belichtet (II) und nicht belichtet (III), in Puffer mit DPNH belichtet (IV) und nicht belichtet (V), mit SR, DPN, ADH und Alkohol ohne Semicarbazid belichtet (VI) und nicht belichtet (VII). Alle Kontrollen wie auch die Belichtung in Anwesenheit des gesamten Substanzgemisches wurden ebenfalls mit unbestrahlten Phagen durchgeführt.

Ergebnisse. Die Versuchsergebnisse der PhR sind in Fig. 1 Kurve *A* dargestellt. Hierbei ist der Phagentiter zu Beginn der Belichtung gleich 1 gesetzt. Die Versuchspunkte stellen den Mittelwert aus 30 Versuchen dar. Der mittlere quadratische Fehler des Mittelwertes ist verhältnismäßig groß (etwa ±20%), was möglicherweise durch die unterschiedlich ausfallenden Präparationen von SR oder durch unterschiedlich feine Verteilung im Puffer hervorgerufen wurde. Kurve *B* der Fig. 1 stellt die Ergebnisse der Kontrolle I dar. Der aus der Darstellung zu ersehende Anstieg könnte als Äquivalent zur

Wärmereaktivierung aufgefaßt werden, da er mit fallender Versuchstemperatur geringer wird. Es wurden 40° C gewählt, da die Geschwindigkeit des Titeranstiegs bei Belichtung mit fallender Temperatur sinkt. Aus den bisherigen Versuchen ergibt sich ein Temperaturkoeffizient der Reaktivierungsgeschwindigkeit (k_{T+10}/k_T) um 3, was einer Anregungsenergie von 0,9 eV/Molekel entsprechen würde. Die Kontrolle II zeigte zum Teil einen unwesentlichen Titeranstieg, der rechnerisch berücksichtigt wurde. Die Kontrollen III, V und VII blieben konstant, während sich IV und VI entsprechend Kontrolle II verhielten. Bei den Kontrollen mit unbestrahlten Phagen wurde kein Titeranstieg beobachtet.

Zusammenfassung. Die Versuche zeigen, daß mit einem aus E. coli B gewonnenen Extrakt in Anwesenheit von DPNH (im Versuchsröhrchen durch enzymatische Reduktion kontinuierlich hergestellt) uv-inaktivierte T2-Phagen in vitro photoreaktiviert werden können. Die Kontrollen stellen sicher, daß es sich nicht um eine Reaktivierung durch Wirtsbakterien, eine Mehrfachreaktivierung (Infektionszahl etwa 0,3) sowie einen unspezifischen Anstieg des Phagentiters (z. B. durch Desaggregation) handelt. Aus den beschriebenen Versuchen kann jedoch nicht geschlossen werden, wieweit der PhR in vitro der gleiche Mechanismus zugrunde liegt wie der PhR der T2 im Wirtsbakterium. Eine ausführliche Beschreibung und Diskussion der Untersuchungen erfolgt an anderer Stelle.

Fräulein Chem.-Ing. R. Schumann und Fräulein Chem.-Ing. A. Schenke sei für umsichtige Assistenz gedankt.

Robert Koch-Institut (1. Direktor: Prof. Dr. G. Henneberg), *Abteilung für Bakteriologie und Seuchenforschung (Leiter: Prof. Dr.* H. Raettig), *Berlin N 65*

H. Pichl

Eingegangen am 16. April 1960

[1]) Dulbecco, R.: J. Bakteriol. **59**, 329 (1950). — [2]) Bresch, C.: Z. Naturforsch. **5b**, 420 (1950). — [3]) Pichl, H., u. W. Uecker: Z. Naturforsch. **12b**, 770 (1957).

Zur Frage der Anreicherung von Radiojod (^{131}J) in der Muschel Dreissensia polymorpha Pall.

Über die Anreicherung von Radioisotopen, speziell des Radiojods in Muscheln sind bisher nur die autoradiographischen Arbeiten von Gorbman u. Mitarb.[1]) und Beedham und

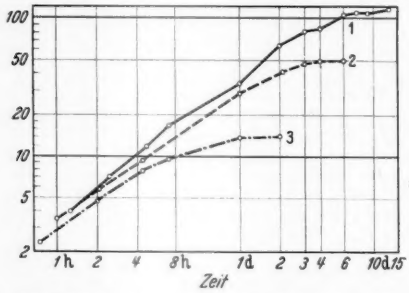


Fig. 1. Abhängigkeit der Anreicherungsrate vom vorhandenen Wasservolumen. Jeweils 3 Tiere in 2000 ml (1), 200 ml (2) und 50 ml (3). Die aufgetragenen Werte sind aus je 3 Messungen gewonnen. Die mittleren Schwankungen betragen 3 bis 5 %. *Ordinate:* Verhältnis der Aktivität pro 100 mg Muscheln (*I*/min) zur Aktivität pro 0,1 ml Wasser (*I*/min)

Trueman[2]) bekannt geworden. In Fortsetzung eigener früherer Arbeiten an Chlorella[3]) wurde die Anreicherung von Radiojod bei Dreissensia pol. Pall. quantitativ untersucht.

Die Tiere wurden in filtriertem Seewasser (Stechlinsee bei Berlin) gehalten, welches mit ^{131}J als KJ trägerfrei künstlich verseucht wurde. Der vorher photometrisch bestimmte Jodgehalt des Wassers schwankte, jahreszeitlich bedingt, zwischen 2,5 und 4,9 µg/Liter. Über den Jodgehalt der Muschelorgane ist bisher noch nichts bekannt. Lediglich Wilke-Dörfurt[4]) gibt für die Schalen von Dreissensia pol. Werte von 1,1 bis 4,9 mg J/kg Frischgewicht an. Die Tiere wurden entweder in toto lebend gemessen oder zur Bestimmung der Aktivität einzelner Organe präpariert. Die Aktivitätsmessungen wurden mit einem Szintillationszähler durchgeführt. Die ermittelten Werte wurden auf 100 mg Frischgewicht umgerechnet und entsprechend der Zerfallsrate des ^{131}J korrigiert.

Jeweils 3 Tiere kamen in Küvetten mit verschiedenen Volumina des gleichen, mit Radiojod versetzten Wassers. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß sich die Anreicherungskurven dadurch unterscheiden, daß bei kleinerem Wasservolumen früher als bei großem eine Stagnation in der Anreicherung des ^{131}J in den Muscheln erfolgt. Die ^{131}J-Aktivität der Muscheln beträgt nach 2 Tagen etwa das 50fache der gleichen Gewichtsmenge Wasser, in dem sie leben. Isolierte Muschelschalen und formolfixierte Tiere reichern ebenfalls Radiojod an, jedoch in schwächerem Maße als lebende Tiere. Entsprechend Gorbman und Beedham kann bestätigt werden, daß bei trägerfreiem Radiojod der Hauptanteil rein chemisch aufgenommen wird.

Dementsprechend ist das Verteilungsmuster des ^{131}J in den Muschelorganen (Fig. 2) auch nicht verwunderlich. Die stärkste Anreicherung liegt im Byssus und in den Schalen vor, auch die Kiemen besitzen eine relativ hohe Aktivität. Be-

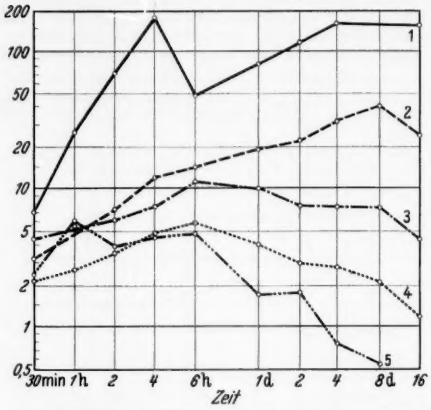


Fig. 2. Verteilung des inkorporierten Radiojods in den Organen der Muschel: Byssus (1), Schalen (2), Kiemen (3), Eingeweidesack (4), Flüssigkeit (5). Aufgetragen sind die Mittelwerte aus 3 Messungen. Die Werte der Schalen schwanken bis 9 %, die der Eingeweide bis etwa 20 % und die Byssuswerte noch etwas darüber. Ordinate wie in Fig. 1

merkenswert ist der Abfall des Radiojod-Gehaltes in Flüssigkeit (Blut und Kiemenflüssigkeit), Eingeweidesack und Kiemen. Dekorporationsversuche zeigten, daß das Jod hier nicht ausgeschieden wird. Folglich ist anzunehmen, daß es aus den Weichteilen in Schale und Byssus wandert.

Um die Verteilung der Aktivität in den Schalen zu untersuchen, wurden diese zerbrochen und die Aktivität pro Gewichtseinheit der Splitter gemessen. Der Anwachsstreifen, der dem Schloß gegenüberliegende Rand der Schale, ist wesentlich aktiver als die übrige Fläche. Versuche mit innen- und außenlackierten isolierten Schalen ergaben, daß in Übereinstimmung mit den Angaben von Gorbman und Beedham besonders das Periostracum an der chemischen Aufnahme beteiligt ist.

Die Versuche wurden mit dem Ziel durchgeführt, die Muscheln als Indikator für radioaktive Verseuchung von Gewässern zu testen. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist die Anreicherung so intensiv, daß durchaus an diese Möglichkeit gedacht werden kann.

Für wertvolle Hinweise und freundliches Entgegenkommen bin ich den Herren Professor Dr. M. Gersch und Dr. E. Spode zu großem Dank verpflichtet.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Arbeitsbereich Angewandte Isotopenforschung, Berlin-Buch

Wissenschaftlich-Technisches Büro für Reaktorbau, Berlin

Roland Glaser

Eingegangen am 25. März 1960

[1]) Gorbman, Clements O'Brien: J. Exp. Zoology **127**, 75 (1954). — [2]) Beedham, G. E., u. E. R. Trueman: Quart. J. Micr. Sci. **99**, 199 (1958). — [3]) Glaser, R., u. E. Spode: Arbeitstagung Biophysik, Oberhof 1958 (im Druck). — [4]) Wilke-Dörfurt, E.: Biochem. Z. **192**, 73 (1928).

Effect of Temperature and Gibberellin on the Growth of Tomato Fruits

Gibberellin, applied to the flowers of certain species, promotes fruit set and markedly affects fruit diameter and weight [1–7]). In some seedless varieties of *Vitis vinifera* L., for example, berry size is remarkably increased by spraying the flowers; here, gibberellin acts like certain synthetic auxins[4]). In tomatoes ,*Lycopersicon esculentum* Mill.[3]), [5]), [7]) and other species[7]), however, gibberellin increases fruit numbers while decreasing fruit size. Gibberellin reversed the far-red inhibition of fruit development ("dormancy")[2]), but even weekly spray treatments did not increase tomato fruit size under outdoor growing conditions[3]).

Auxin may increase tomato fruit size[8–10]), but this effect is markedly influenced by temperature[9]), [10]). Fruit weight and diameter were increased most at night temperatures below 15° C. The pronounced influence of temperature on auxin-induced fruit enlargement suggested that temperature might also influence the response of tomato fruits to gibberellin.

The temperature-controlled facilities of the Earhart Laboratory, California Institute of Technology[10]), provided an opportunity to study the interactions of gibberellin and temperature in the growth of tomato fruits. Seedlings of the Earlypak variety were germinated in small plastic containers in an equal mixture of gravel and vermiculite watered twice daily with HOAGLAND's solution. When the first two leaves were fully expanded the seedlings were transplanted to 2-gallon crocks which were transferred, in a split-plot design, to a greenhouse controlled at a day-night temperature of 23°/17° C. A 16-hour photoperiod was provided by natural light supplemented with low intensity artificial light from incandescent lamps (about 50 ft—c). Four days before anthesis of the first flower on the first cluster, 4 single-plant replications of each treatment were transferred to day-night temperature conditions of 23°/11° C, and 23°/23° C, and the remaining plants were kept at 23°/17° C. To minimize competition for water and nutrients, plants were topped above the fifth cluster. The first and second flower clusters were removed, and only fruits produced on the third, fourth, and fifth clusters were permitted to develop. Solutions containing 0 or 25 mg/l of gibberellin were applied by atomizer twice, 5 days apart, after anthesis of the first two flowers. The tomatoes were harvested when ripe.

The data of the Table show the pronounced effect of temperature on the enlargement of fruits from flowers treated with gibberellin. Gibberellin had no significant effect on fruit weight

Table. *Effect of gibberellin applied to flower clusters on tomato fruit size at night temperatures of 11°, 17°, and 23° C* [a])

Night temperature °C	Weight per fruit (gms.)		Diameter (cms.)	
	untreated	gibberellin [b])	untreated	gibberellin [b])
11°	143·3	150·3	6·7	6·6
17°	160·9	86·6	7·1	5·7
23°	87·2	79·1	5·7	5·2
L.S.D. at 5 %				
temperature	24·0		0·69	
gibberellin	21·4		0·73	
temperature × gibberellin	38·5		not significant	

a) Day temperature: 23°C. — b) 25 mg/Liter.

or diameter either at the coolest or warmest night temperatures, whereas it strikingly reduced fruit size at an optimal temperature (17° C). In experiments at DAVIS and in other locations in California the tomatoes had been grown at near-optimal temperatures, as undoubtedly happened in similar investigations[5]), [7]).

The reasons for the pronounced reduction of fruit size by gibberellin at 17° C are not apparent. It is unlikely that nutrition was a factor, since the number of fruits from each treatment did not vary significantly. It is clear, however, that gibberellin inhibited fruit enlargement only at a temperature highly favorable for growth processes in tomato[10]). In view of the reported interactions, both inhibitory and promotive, between gibberellin and auxin[1]), [5]), [11]), a study of their effects on tomato fruit enlargement at different temperatures is strongly indicated.

Several investigators have reported differences in plant responses to gibberellins; these, in part, might be explained by differences in experimental conditions. Temperature and photoperiod, in particular, have been shown to affect growth and flowering of numerous species[12]). The dramatic effect of temperature on enlargement of Earlypak tomato, as well as on other physiological responses to gibberellin, underlines the importance of relating environment to gibberellin effects.

The author gratefully acknowledges the counsel of Dr. JAMES BONNER, Division of Biology, California Institute of Technology, the financial assistance of Merck and Company and the technical assistance of Miss MARY LEE STROHLEIN. The potassium salt of gibberellic acid (GIBREL), also supplied by Merck and Company, is referred to as gibberellin in this paper.

Department of Vegetable Crops, University of California, Davis

LAWRENCE RAPPAPORT

Eingegangen am 31. März 1960

[1]) JACKSON, G.A.D., and M.V. PROSSER: Naturwissenschaften **46**, 407 (1959). — [2]) LIVERMAN, J.L., and S.P. JOHNSON: Science **125**, 1086 (1957). — [3]) RAPPAPORT, L.: Plant Physiol. (Suppl.) **32**, 32 (1957). — [4]) WEAVER, R.J.: Nature [London] **181**, 851 (1958). — [5]) WITTWER, S.H., and M.J. BUKOVAC: Mich. Agric. Exp. Stat. Quart. Bull. **40**, 352 (1957). — [6]) WITTWER, S.H., M.J. BUKOVAC, H.M. SELL and L.E. WELLER: Plant Physiol. **32**, 39 (1957). — [7]) WITTWER, S.H., and M.J. BUKOVAC: Econ. Botany **12**, 213 (1958). — [8]) MANN, L.K., and P.A. MINGES: Hilgardia **19**, 309 (1959). — [9]) OSBORNE, D.J., and F.W. WENT: Bot. Gaz. **114**, 312 (1953). — [10]) WENT, F.: Waltham, Mass.: Chronica Botanica Co. 1957. 343 pp. — [11]) SCHROEDER, C.A., and C. SPECTOR: Science **126**, 701 (1957). — [12]) APPLEGATE, H.G.: Bot. Gaz. **120**, 39 (1958).

Wirkung von mit Gibberellin-Säure behandelten Pflanzen auf neben ihnen wachsende Individuen

In einer früheren Mitteilung wurde die Bedeutung der Gibberelline für eine gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen erörtert. Es wurden außerdem Effekte bei der Keimung be-

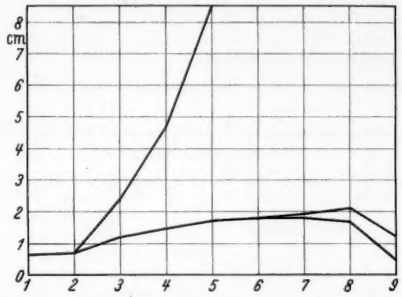


Fig. 1. Länge der Internodien (cm) der *Pisum*-Pflanzen. Obere Kurve = mit Gibberellin-Säure behandelte Pflanzen. Mittlere Kurve = neben diesen wachsende, unbehandelte Pflanzen. Untere Kurve = unbehandelte Kontrollpflanzen. *1* unterstes, *9* oberstes bzw. zuletzt gebildetes Internodium

handelt, die Wirkungen von Gibberellinen entsprechen[1]). Zum Nachweis der Bedeutung von Gibberellinen für die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen in aufwachsenden Beständen erfolgten Untersuchungen mit *Pisum sativum* L. (Kl. Rheinld.). In Versuchsgefäßen aus Glas von je 25 cm³ Bodeninhalt (Boden: sehr stark humoser, nährstoffreicher, sandiger Lehm) wurden je 2 *Pisum*-Pflanzen kultiviert. Eine von diesen Pflanzen wurde mit Gibberellin-Säure (GS) behandelt (wäßrige GS-Lösung auf Blätter). Eine Pflanze bekam hierbei im Alter von 11—37 Tagen 11mal eine Gabe von je 4 γ GS (insgesamt also 44 γ GS). Die zweiten Pflanzen in den Versuchsgefäßen blieben unbehandelt. Durch besondere Maßnahmen wurde verhindert, daß bei der Behandlung, bei der Ergänzung der Wasservorräte oder in anderer Weise GS-Lösung oder Flüssigkeit von Blättern in den Boden gelangte. Alle Versuchsserien wurden 6fach wiederholt.

Nach gewisser Zeit zeigte sich bei den unbehandelten Pflanzen, die mit den mit GS behandelten Individuen in dem gleichen Versuchsgefäß wuchsen, ein abweichendes Verhalten gegenüber den Kontrollen (je 2 nicht mit GS behandelte Pflanzen, die unter sonst gleichen Versuchsbedingungen zur gleichen Zeit wie die oben beschriebenen Serien aufwuchsen). Sie zeigten rascheren Wuchs, insbesondere längere obere Internodien (Fig. 1) und längere obere Blattstiele (Fig. 2). Sie

nähern sich somit in ihren Entwicklungs-Eigenschaften etwas den Pflanzen, auf deren Blätter GS gegeben wurde.

Es kann angenommen werden, daß dieser Effekt dadurch entstand, daß über die Wurzeln der behandelten Pflanzen Gibberellin in den Boden gelangte. Aus dem Boden könnte die GS-Lösung dann teilweise durch die Wurzeln der unbehandelten Pflanzen aufgenommen werden und die für diese Verbindung spezifischen Effekte auf das Sproßwachstum zeigen. Eine Abgabe von den Gibberellinen durch die Wurzeln würde also demnach auch für die gegenseitige Beeinflussung von aufwachsenden Pflanzen von Bedeutung sein.

Der Effekt trat jedoch erst nach Gabe verhältnismäßig großer Mengen von GS ein. Das ist wenigstens teilweise darauf zurückzuführen, daß die Wirksamkeit von in den Boden gegebener GS viel geringer ist als bei Applizieren auf Blätter, wie weitere Experimente zeigten. Hierbei hatten die Summen der nach Beginn der GS-Einwirkung gebildeten Internodien 12 Tage nach der ersten GS-Behandlung bei je einer *Pisum*-Pflanze folgende Längen: 1. Bei den Kontrollen 63,8 mm. 2. Bei Gabe von 12 γ GS auf Blätter 228,8 mm. 3. Bei Gabe von 100 γ GS in den Boden 197,5 mm. 4. Bei Gabe von 12 γ GS auf die Blätter und 100 γ GS in den Boden 238,1 mm (Durchschnitte aus 8 — bei den Kontrollen 10 — Wiederholungen; Boden, Bodenvolumenusw. wie bei den oben beschriebenen Experimenten).

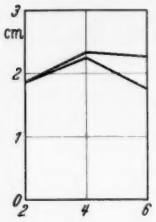


Fig. 2. Längen der Blattstiele (cm) der Laubblätter. Obere Kurve = unbehandelte, jedoch neben mit Gibberellin-Säure behandelten Pflanzen wachsende Individuen. Untere Kurve = unbehandelte Kontrollen. Stiele des 2. (von unten) Laubblattes bei Kontrollen 18,8 ± 0,4 mm lang, bei mit Gibberellin-Säure behandelten Pflanzen 28,5 ± 1,0 mm lang. Das 6. Laubblatt ist das oberste bzw. jüngste, das untersucht wurde

Botanisches Institut der Universität, Gießen

RÜDIGER KNAPP

Eingegangen am 1. April 1960

[1]) KNAPP, R.: Naturwissenschaften 46, 657 (1959).

Weitere Experimente zur Deutung der physiologischen Uhr als Kippschwingungssystem

Zu den Befunden, die dafür sprechen, daß die endogen-tagesperiodischen Oszillationen in Organismen auf einem Alternieren von Spannungs- und Entspannungsphasen mit je etwa 12 Std Dauer beruhen, gehört die Tatsache, daß niedrige Temperatur (in der Nähe des Gefrierpunktes) die Phasen stark verschiebt, wenn sie in einem dieser Halbzyklen wirkt, aber nicht oder nur wenig bei Darbietung im anderen Halbzyklus. Das wurde für *Phaseolus* und für *Periplaneta* ermittelt[1]). Bei der Alge *Oedogonium* konnte das noch besonders klar bestätigt werden. Untersucht wurde die endogen-tagesperiodische Sporulation. Eine 6stündige Abkühlung wirkt hier erst dann phasenverschiebend, wenn die Temperatur 0° oder einige Grade unter 0 beträgt. (Bei den meisten bisher untersuchten Objekten genügen Temperaturen unter etwa + 5°.) Fig. 1 zeigt, daß bei einer 6stündigen Abkühlung, die ungefähr zur Zeit des normalen Sporulationsmaximums endet, auch eine Phasenverschiebung um 6 Std eintritt. Endet die Abkühlungszeit aber längere Zeit vor oder nach der normalen Lage dieses Maximums, so ist die Verzögerung geringer, bzw. sie fehlt ganz oder es tritt sogar eine Beschleunigung ein. Die Angaben beziehen sich jeweils auf das 2. der Kältebehandlung folgende Sporulationsmaximum. Solche Beschleunigungen waren bei noch längerer Kälteeinwirkung viel stärker. Sie können, im Anschluß an die obengenannte Deutung und im Anschluß an früher mitgeteilte Befunde als Folge vorzeitiger Unterbrechung der Spannungsphase gedeutet werden.

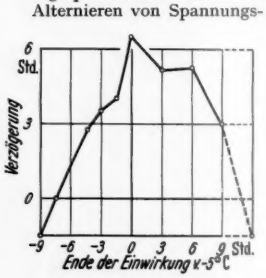


Fig. 1. Verzögerung der Uhr (Ordinate) durch 6 Std langen Aufenthalt in —5°. Abszisse: Zeit der Beendigung der Wirkung tiefer Temperatur (Stunden vor bzw. nach dem als 0 eingetragenen Zeitpunkt des Sporulationsmaximums). Ganz rechts (gestrichelter Teil der Kurve) ist der 1., ganz links gezeichnete Wert nochmals eingetragen

Botanisches Institut der Universität, Tübingen

E. BÜNNING und M. RUDDAT

Eingegangen am 6. April 1960

[1]) BÜNNING, E.: a) Die physiologische Uhr. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1958; b) Z. Naturforsch. 14b, 1 (1959).

Pilzinfektionen bei Waldameisen-Puppen

Die Larven der Waldameisen (Gattung: *Formica, Hym.*) fertigen vor der Verpuppung ein engmaschiges Gespinst an, in dem sie ihre Puppenphase verbringen. Die von den Labialdrüsen ausgeschiedenen Seidenfäden werden zu einem meist 4- bis 6-schichtigen Kokon verklebt. Die Fadendicke sowie die Porenweite, durch die die Puppe mit der Außenluft in Verbindung steht, sind unterschiedlich. Die Porenweite beträgt bis zu etwa 10 μ im Durchmesser[1]). Mehrere Stunden nach der Kokonausbildung stößt die Larve normalerweise ihren Kotsack aus, der äußerlich dann als dunkler Fleck am hinteren Ende innerhalb des Kokons zu sehen ist. Danach wird die Larve unbeweglich, und die eigentlichen Verpuppungsprozesse beginnen.

Da die Puppen im Ameisennest, auch wenn sie meist an den trockensten Stellen in der Nestkuppel gelagert werden, relativ hohen Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt sind, scheinen sie uns Pilzinfektionen besonders exponiert zu sein. Dies gab Anlaß zur Untersuchung, ob vielleicht der Puppenkokon eine Schranke für die Ausbreitung der Pilzsporen darstellt. Die angegebenen morphologischen Untersuchungen, mit elektronenmikroskopischen Methoden durchgeführt, sprechen nicht dafür, denn die Porenweite des Gespinstes ist zu groß, als daß alle Pilzsporen von der Puppe ferngehalten werden können. Eine zusammenfassende Darstellung über die beobachteten Pilzinfektionen bei Ameisen gibt GÖSSWALD[2]). Vielfach dürfte es sich jedoch um Infektionen handeln, die erst nach dem Absterben der Tiere eingetreten sind.

Um Pilzinfektionen als Todesursache von Ameisenpuppen experimentell zu beweisen, wurden im Brückenthermostaten bei verschiedenen Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten Entwicklungsversuche in sterilisierten und nicht sterilen Glasschalen durchgeführt. Ein Einschleppen von Pilzsporen durch die Puppe war jedoch nicht zu vermeiden. Die relativen Luftfeuchtigkeiten (von 54—96%) wurden mittels gesättigter Salzlösungen hergestellt[3]) und mit einem vorher geeichten Haarhygrometer der Firma Lambrecht, Göttingen, ständig kontrolliert. Der Temperaturbereich für die Versuche betrug 16—32° C.

Es wurden Pränymphen und Puppen verschiedener Entwicklungsstadien von *Formica polyctena* FOERST. mit Kokon und nach seiner Entfernung unter dem Binokular ohne diesen untersucht. Die optimale Entwicklung wurde bei 28° C erreicht. Die Entwicklungszeit vom Einspinnen der Larve bis zum Schlüpfen der Imago dauerte bei dieser Temperatur bei Männchen, Arbeiterinnen und Weibchen ohne Kokon jeweils 16,5 Tage.

Bei allen Versuchstemperaturen war die Absterberate stark von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängig. Bei 28° C wurden zwischen 77 und 88% relativer Luftfeuchtigkeit die meisten geschlüpften Imagines gezählt. Unterhalb 77% starb ein großer Teil infolge Austrocknung ab. Über 88% traten vielfach starke Verpilzungen auf, die ebenfalls zum Tode der Puppen führten.

Eine nähere Untersuchung dieser Verpilzungserscheinungen zeigte, daß das Pilzwachstum stets vom ausgestoßenen Kotsack ausging, von dort auf die lebende Puppe übergriff und diese wahrscheinlich durch Toxine zum Absterben brachte. Nach Entfernung des Puppenkokons und damit des Kotsacks traten nur dann Pilzinfektionen auf, wenn Kotsackreste an der Puppe haften geblieben waren. Die Zahl der Infektionen war bei Puppen mit Kokon wesentlich größer als bei solchen ohne Kokon. Die Versuche in nicht sterilisierten Schalen zeigten das gleiche Ergebnis, denn die Infektionen, die vom ausgeschiedenen Kotsack ausgingen, waren bei Puppen mit und ohne Kokon weitaus zahlreicher als die durch Luftkeime verursachten.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß Pilzsporen, z. B. von *Aspergillus spec.*, den Darmkanal der Larve von *Formica polyctena* FOERST. lebend passieren können und im ausgeschiedenen Kotsack noch keimfähig sind. Damit wird der eventuelle Infektionsschutz des Puppenkokons, der teilweise bestehen

dürfte, unbedeutend. Im Hinblick auf das Festhalten des Kotsackes kann ihm eher eine infektionsfördernde Wirkung zugeschrieben werden, denn bei Larven, die keinen Kokon spinnen, geht der Kotsack verloren und die Infektionsgefahr in dieser Richtung ist ausgeschaltet.

Weiter ausgedehnte Infektionsversuche ergaben, daß keimende Sporen bei frühen Puppenstadien nicht nur vom After her in die Tiere einzudringen vermögen, sondern auch an beliebigen Stellen auf der Cuticula manifest werden und das Tier zum Absterben bringen können. Jede noch so kleine Infektion führte über kurz oder lang, mitunter erst nach mehreren Tagen zum Tode der Puppe. Hieraus ist zu vermuten, daß die Ameisenpuppe kurz nach der Puppenhäutung auf der Cuticula noch keine die Pilzentwicklung hemmenden Stoffe besitzt. Bei den Larven von *Chilo simplex* und *Bombyx mori* konnte KOIDSUMI[4]) nachweisen, daß die Cuticular-Lipide, besonders die kurzkettigen freien Fettsäuren gegen *Aspergillus flavus* und *Beauveria bassiana* eine antimykotische Wirkung zeigen.

Reichen die relativen Luftfeuchtigkeiten zur Pilzinfektion vom Kotsack her nicht aus, so beobachtet man äußerlich auf der Puppe auch keine Pilzmycelbildung. Trotzdem kann es besonders kurz vor der Puppenhäutung zu Letalentwicklungen kommen, die im histologischen Bild schließlich starke innere Pilzmycelwucherungen zeigen, die wiederum innerlich Fruchtkörperausbilden. Nach histologischen Untersuchungen ging die Pilzentwicklung in diesen Fällen vom Mitteldarm aus.

Nach diesen Beobachtungen werden nicht nur keimfähige Pilzsporen von der Larve abgeschieden, sondern über die Puppenphase hinweg im Körper, wahrscheinlich im Darmkanal, beibehalten. Jedoch weisen die Untersuchungen darauf hin, daß diese Mycelwucherungen erst nach dem Absterben der Puppe einsetzen. Der lebende Organismus läßt innerlich wahrscheinlich keine Entwicklung der Sporen zu.

Im Biotop sind solche Pilzinfektionen selten zu beobachten. Es findet eine ständige Betreuung und Verlagerung der Puppen durch die Arbeiterinnen statt. Weiterhin ist es sehr wahrscheinlich, daß die Arbeiterinnen fungicide oder fungostatische Stoffe abscheiden[5]), die das Pilzwachstum hindern, während die Laborversuche ohne Arbeiterinnen durchgeführt wurden.

Institut für Angewandte Zoologie der Universität, Würzburg
(*Vorstand: Prof. Dr.* K. GÖSSWALD)

GERHARD SCHMIDT

Eingegangen am 9. April 1960

[1]) SCHMIDT, G., u. G. POHLMANN: Biol. Zbl. **79** (im Druck 1960). [2]) GÖSSWALD, K.: Arb. biol. Reichsanst. Land- u. Forstwirtsch. **22**, 399 (1938). — [3]) BUXTON, P.A.: Bull. Entomol. Res. **22**, 431 (1931). ERNST, E.: Acta tropica **14**, 97 (1957). — [4]) KOIDSUMI, K.: J. Ins. Physiol. **1**, 40 (1957). — [5]) PAVAN, M.: Z. Hyg. **134**, 136 (1952). — SAUERLÄNDER, S.: Diss. Würzburg (in Vorbereitung).

Experimentelle Beeinflussung der inneren Uhr bei der Sonnenkompaßorientierung und der Laufaktivität von *Lacerta viridis* (Laur.)

Nachdem es gelungen war, auch für Smaragdeidechsen unter Laboratoriumsbedingungen eine Sonnenkompaßorientierung mittels des Wärmetests nachzuweisen[1]), lag es nahe, ihre Richtungswahlen im phasenverschobenen Tag zu prüfen und mit dem tagesperiodischen Verlauf der lokomotorischen Aktivität zu vergleichen.

Die Versuchstiere lebten in einer Klimakammer, deren Raumtemperatur konstant 30° C betrug. Eine 100 W-Lampe oberhalb des Terrariums erzeugte eine Helligkeit von etwa 1200 lx. Gegen tagesperiodische Geräusche war die Kammer weitgehend isoliert; das leise Ventilatorgeräusch störte die Tiere nicht. Ab 15. 1. 1960 brachte ich die gut richtungsdressierten Tiere *B*, *C* und *D* (Fig. 1a) in einen Tag-Nacht-

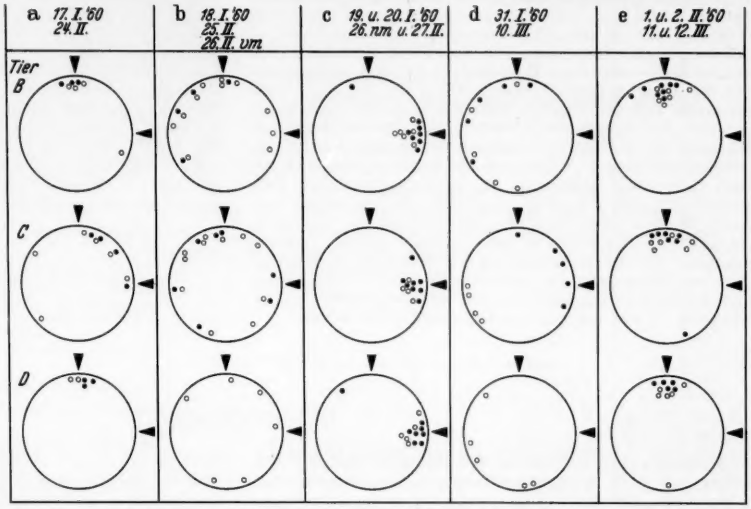


Fig. 1a—e. Umstimmung und Rückumstimmung der Sonnenkompaßorientierung auf einen um 6 Std gegen den Normaltag verspäteten 12/12stündigen Kunsttag. a—c Testwahlen während der Umstimmung, d—e während der Rückumstimmung. Dressurrichtungen bei Tier *B* und *D* Norden, bei Tier *C* Westen

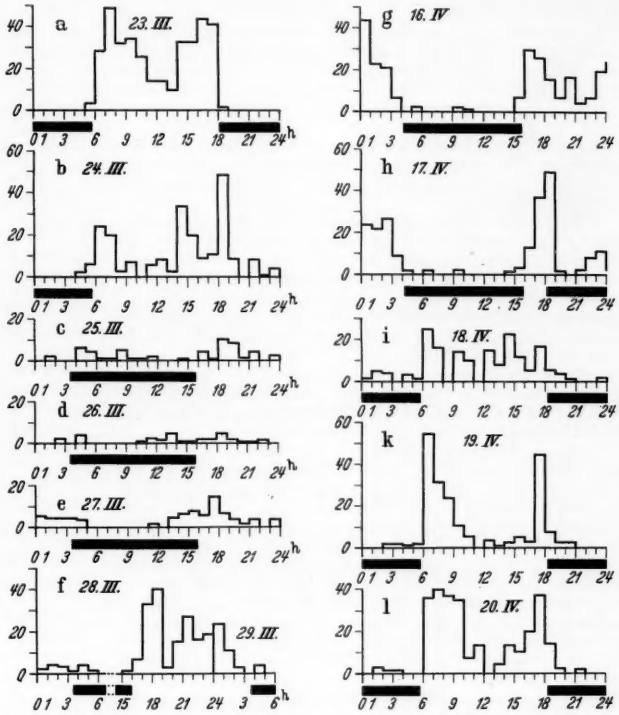


Fig. 2a—l. Umstimmung und Rückumstimmung der Laufaktivität auf einen um 10 Std gegenüber dem Normaltag verspäteten 12/12-stündigen Kunsttag. (März und April 1960.) Zeitangaben in MEZ

Wechsel, der um 6 Std gegen den normalen nachging. Die Hellphase dauerte jetzt von 12—24 Uhr, die Dunkelphase von 24—12 Uhr. Bei einer solchen Phasenverschiebung müssen die Tiere um 90° im Uhrzeigersinn von der andressierten Richtung abweichen, wenn sie sich umstimmen lassen; 12 Uhr „wahre Zeit" bedeutet jetzt 6 Uhr „subjektive Zeit". Eine zuvor auf die Nordrichtung dressierte Eidechse müßte jetzt um 12 Uhr MEZ die Ostrichtung wählen. Am 17. 1., d.h. am 2. Umstimmungstag, wurden Tier *B* um 15 Uhr, *C* um 13.15 Uhr und *D* um 17.30 Uhr getestet. Wie Fig. 1a (ausgefüllte Kreise) zeigt, wählten *B* und *D* die alte Dressurrichtung; *C* war nahezu desorientiert, ebenso auch die anderen Tiere einen Tag später (Fig. 1b). Am 19. und 20. 1. waren jedoch alle drei Tiere voll auf den phasenverschobenen Tag-Nacht-Wechsel umgestimmt und wichen zu beliebiger Tageszeit um 90° im Uhrzeigersinne von der ursprünglichen Dressurrichtung ab (Fig. 1c). Auch die innere Uhr von *Lacerta viridis* läßt sich also allein durch zeitliche Verschiebung der Hell-Dunkel-Phasen verstellen. Während der Umstellung wird die Orientierung in der andressierten Richtung vorübergehend vollständig aufgelöst, danach aber wieder aufgebaut. Die richtungsdressierten Tiere stellten sich also keineswegs allmählich auf den neuen Tag-Nacht-Wechsel um[2]). Eine weitere Versuchsreihe vom 23. 2. bis 27. 2. 1960 (Fig. 1a—c, leere Kreise) brachte dasselbe Ergebnis. Die Rückumstimmung auf den Normaltag verlief bei allen Tieren erheblich schneller (Fig. 1d—e). In diesem Falle zerfiel die Orientierung bereits am ersten Rückumstimmungstag (d) und baute sich am zweiten (e) wieder auf.

Das Ergebnis bisher an zwei Tieren durchgeführter Umstimmungen der Laufaktivität unter den gleichen Bedingungen läßt sich mit diesen Befunden gut vergleichen. Im normalen 12/12stündigen Kunsttag ist die Laufaktivität auf der Wippe zwischen 6 und 10 Uhr am höchsten, zwischen 10 und 13 Uhr am niedrigsten, gegen Abend erhöht sie sich wieder (Fig. 2a). Verspätet sich der Beginn der Hellphase um 10 Std (Licht-an um 16 Uhr), so löst sich die Aktivitätsperiodik zunächst ebenfalls auf (Fig. 2c—e), baut sich dann aber am 4. und 5. Umstimmungstag mit den beiden typischen Maxima wieder auf und paßt sich dem phasenverschobenen Tag an (Fig. 2f). Auch hier stellen sich die beiden Maxima der Laufaktivität keineswegs gleitend auf den neuen Phasenwechsel um; dabei entspricht der zeitliche Verlauf der Umstellung fast genau dem bei der Kompaßorientierung. Dasselbe gilt endlich auch für die Rückumstimmung auf den Normaltag (Fig. 2h—k); sie ist ebenfalls am zweiten Tag vollendet (Fig. 2k und l).

Diese Übereinstimmungen lassen zunächst vermuten, daß die tagesrhythmischen Vorgänge bei der Sonnenkompaßorientierung und bei der lokomotorischen Aktivität von der gleichen „inneren Uhr" gesteuert werden. Weitere Untersuchungen sind im Gange.

Zoologisches Institut der Universität, Göttingen, Berliner Straße 28

KLAUS FISCHER

Eingegangen am 11. Mai 1960

[1]) FISCHER, K., u. G. BIRUKOW: Naturwissenschaften **47**, 93 (1960). — [2]) HOFFMANN, K.: Z. Tierpsych. **11**, 453 (1954).

Besprechungen

Kordes, E.: Optische Daten zur Bestimmung anorganischer Substanzen mit dem Polarisationsmikroskop. Mit einer Einführung in die kristalloptischen Arbeitsmethoden. Weinheim/Bergstr.: Verlag Chemie 1960. XI, 192 S., 8 Abb. u. 2 Farbtafeln. Gr.-8°. Gzl. DM 43.—.

Nach einer kurzen Einführung in die kristalloptische Arbeitsmethodik (30 S.) folgt die Beschreibung der Substanzen. Diese Substanz-Tabellen (78 S.) sind nach der optischen Symmetrie (opt. isotrope, einachsige und zweiachsige Stoffe) und nach dem opt. Charakter (opt. positiver, negativer und unbekannter Charakter) gegliedert und nach einem übersichtlichen Schema mit verständlichen Abkürzungen beschrieben. Außer der Formel und dem Namen der Substanz werden in Kurzform angegeben: Kristall-System, Form, Farbe, Spaltbarkeit, opt. Daten, Dichte, Löslichkeit in Wasser und das Literaturzitat für die opt. Daten. Diese selbst entstammen dabei im wesentlichen den altbekannten Sammelwerken. Innerhalb der Tabellen sind die Substanzen nach steigender Brechzahl angeordnet.

Die darauf folgenden eigentlichen Bestimmungstabellen (62 S.) sind wieder wie vorhin nach opt. Symmetrie und opt. Charakter zusammengestellt, nur daß noch eine Untergliederung in der Anordnung einmal nach steigender, niederster und einmal nach steigender, größter Brechzahl der Substanz vorgenommen ist. In diesen Tabellen sind noch angegeben: maxim. Doppelbrechung, Farbe, ob pleochroitisch, Formel und Nr. in der Substanztabelle.

In 8 beigelegten, großen, auf mm-Papier gedruckten Schlüsseldiagrammen, wieder nach opt. Symmetrie geordnet, werden einmal Lichtbrechung und Doppelbrechung, das anderemal Lichtbrechung und Dichte gegenübergestellt.

Das Buch entspricht in seinem Zweck dem altbekannten und schon viele Jahre vergriffenem Werk von A. N. WINCHELL „The microscop. characters of artif. inorg. solid substances or artif. minerals. 2. ed. New York, 1931". Im deutschen Schrifttum fehlte ein solches Werk bisher leider überhaupt. Es füllt somit eine schon lange bestehende Lücke.

Nach dem Formelverzeichnis enthält das Buch etwa 1600 bis 1700 Substanzen. Obwohl sich das Werk nur auf anorganische Stoffe bezieht, finden sich auch noch etwa 20 organische Verbindungen darunter. Auch einige opake Substanzen wie z.B. ged. Antimon, Antimonglanz oder Magnetit fanden Aufnahme, deren durchlichtoptische Bestimmung allerdings kaum in Frage kommen wird. Erfreulicherweise enthält das Buch, soweit bemerkt wurde, erstaunlich wenige Druckfehler. Nur auf zwei soll hier aufmerksam gemacht werden. In Abb. 2, S. 7 ist die „Normal-Dünnschliffdicke" irrtümlich bei 0,05 statt bei etwa 0,03 mm eingezeichnet und bei der Substanz Nr. 1.242 auf S. 55 handelt es sich nicht um ein Aluminium- sondern um ein *Beryllium*-Antimoniat (Swedenborgit). Der Fehler liegt hier allerdings schon in der zitierten Literatur!

Das Buch wendet sich vor allem an den Chemiker und Pharmazeuten, wird aber auch für den Mineralogen vielfach von Nutzen sein. Es ist erfreulich, daß dadurch der Chemiker wieder einmal auf die so praktische und von Mineralogen bis zu großer Vollkommenheit ausgearbeitete optische Bestimmungsmethodik für kleinste Substanzmengen hingewiesen wird. Es wird demjenigen, der vor allem heterogene Gemenge von Kunstprodukten zu untersuchen hat, sicherlich ein sehr gutes Hilfsmittel sein. S. KORITNIG (Göttingen)

Stirton, R. A.: Time, Life and Man. The Fossil Record. New York: John Wiley & Sons 1959. Gr.-8°. XI, 558 S. u. 291 Fig. Gzl. $ 9.00.

Ein gut lesbares Lehrbuch, das Vorstellungen von den fossilen Lebensformen in ihrer zeitlichen Abfolge vermittelt. Nach einigen Kapiteln über Geschichte und Methoden der Paläontologie folgt der Kern, 15 Kapitel über die fossilen Tierwelten. Nordamerika ist stark bevorzugt; für jede Formation ist eine paläogeographische Karte Nordamerikas gegeben, mit Skizzen der Leitfossilien am Rande. Europa ist wenig berücksichtigt, die alpine Trias z.B. gar nicht. Der amerikanische Keuper rangiert, weil schon länger bekannt, vor dem amerikanischen Buntsandstein (Moenkopi).

7 Kapitel verfolgen wichtige Tiergruppen in ihrem Werdegang, 1 Pflanzen, 1 den Menschen. Die nicht behandelten Tiere erscheinen vorn in einer zoologischen Übersicht, aber es geht am Sinn des Buches vorbei, wenn etwa eine Spinne abgebildet wird, von den fossilen „Urspinnen" aber nicht die Rede ist. Die Differenzierung der Wirbel-Baupläne wäre ernster zu nehmen gewesen, von angeblichen Blütenpflanzen aus der Trias und von „Segelreptilien" wäre besser zu schweigen gewesen.

Im ganzen wurde der große Stoff gemeistert, das Buch erscheint geeignet zur Orientierung über den amerikanischen Beitrag zur Paläontologie. Besonders zu loben sind die vielen neuen Abbildungen, die von O. J. POE stammen, dem „staff artist" des Paläontologischen Museums zu Berkeley.

HERMANN SCHMIDT (Göttingen)

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3. — Springer-Verlag OHG Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

PHEROGRAPH

Original Frankfurt, D.B.G.M.

nach Prof. Dr. Th. Wieland, Dr. G. Pfleiderer

für die analytische und präparative

Hochspannungs-Trägerelektrophorese

Konstruktionsmerkmale:

2 Trennkammern aus PVC.

Trägerplatten aus Sekuritglas, automatisch gekühlt;

Kühlleistung variabel je nach Belastung;

Trennstrecke 350 × 400 mm;
Optimale Trennschärfe.

2 Spannungsvervielfacher nach Dr. Wilk mit stufenweiser Regelung; Leistung 3000 V, 120 mA.

Spannungsvervielfacher in Sonderausführung, umschaltbar auf eine Leistung von

1. 3000 Volt, 120 mA,
2. 3000 Volt, 240 mA,
3. 6000 Volt, 120 mA.

Anwendung:

Analytische, organische, anorganische, physikalische Chemie; Biochemie; Pharmakologie; Medizin.

Trennung von geladenen Partikeln, z. B. anorganischen Kationen und Anionen;
organischen Säuren und Basen; Aminosäuren; Peptiden; Nucleotiden; Zuckern; Proteinen; Hämoglobinen, Fermenten.
Gemischen von Hochpolymeren; Perlonfraktionen; Kunststoffen.

Mikropräparative Trennung in speziellen Trägerschichten.

Elektrophoretische Entsalzung.

Isotopentechnik.

Bitte lassen Sie sich von uns beraten!

Ludwig Hormuth, Inh. W. E. Vetter

Werkstätten für wissenschaftliche Apparate

Wiesloch/Baden · Baiertaler-Straße 18

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Herausgegeben von S. Flügge
und F. Trendelenburg,
unter Mitwirkung von
W. Bothe † und F. Hund

Zweiunddreißigster Band
Mit 183 Abbildungen. III, 354 Seiten Gr.-8°. 1959.
DM 82,50; Ganzleinen DM 86,—

INHALTSVERZEICHNIS

Die 21 cm-Linie des Wasserstoffs und die Spiralstruktur des Milchstraßensystems. Von G. Elwert, Tübingen · Zeitliche Schwankungen großer Luftschauer. Von A. Citron, Genève, Schweiz · Die vier radioaktiven Zerfallsreihen. Von H. Daniel, Ames (Iowa), USA · Polarisierte Nucleonen. I. Polarisation durch Streuung. Von H. Faissner, Genève, Schweiz · Inhalt der Bände 20—32 · Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

MIKROSKOPE

aller Art
monokular · binokular · stereoskopisch
für Beobachtungen im auffallenden und durchfallenden Licht
für Polarisation, Dunkelfeld und Phasenkontrast

STEREOLUPEN

BECK KASSEL CBS
Gegr. 1892

CHR. BECK & SÖHNE · KG-KASSEL
Feinmechanik und Optik

Fordern Sie bitte Prospekt Nr. 40 an!

Fritz Friedrichs

Das Glas im chemischen Laboratorium

Dritte verbesserte Auflage
von Dr. Josef Friedrichs

Mit 176 Abbildungen. VIII, 154 Seiten Gr.-8°. 1960.
Ganzleinen DM 18,—

SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Handbuch der Physik
Encyclopedia of Physics

Herausgegeben von S. FLÜGGE, Marburg, Deutschland

54 Bände mit Beiträgen in deutscher, englischer und französischer Sprache

Im Juli 1960 werden erscheinen

in Gruppe II

Prinzipien der theoretischen Physik
Principles of Theoretical Physics
(umfaßt die Bände III—V)

Band III/1

Prinzipien der klassischen Mechanik und Feldtheorie
Principles of Classical Mechanics and Field Theory

In englischer Sprache. Mit 104 Figuren. Etwa VIII, 880 Seiten Gr.-8°. 1960.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 158,40
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 198,—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis bis zum Abschluß des Werkes; jedoch ist jeder Band einzeln zum Ladenpreis käuflich.

INHALTSÜBERSICHT

Classical Dynamics. By J. L. SYNGE, Dublin, Ireland · The Classical Field Theories. By C. TRUESDELL, Bloomington, Ind./USA, and R. A. TOUPIN, Washington, D.C./USA, with an Appendix on Invariants by J. L. ERICKSEN, Baltimore, Mad./USA · Sachverzeichnis (Deutsch-Englisch), Subject Index (English-German).

in Gruppe III

Mechanisches und thermisches Verhalten der Materie
Mechanical and Thermal Behaviour of Matter
(umfaßt die Bände VI—XV)

Band X

Struktur der Flüssigkeiten
Structure of Liquids

In englischer Sprache. Mit 42 Figuren. VI, 320 Seiten Gr.-8°. 1960.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 76,80
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 96,—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis bis zum Abschluß des Werkes; jedoch ist jeder Band einzeln zum Ladenpreis käuflich.

INHALTSÜBERSICHT

The Structure of Liquids. By H. S. GREEN, Adelaide, Australia · Molecular Theory of Surface Tension in Liquids. By S. ONO, Tokyo, Japan, und S. KONDO, Misima, Japan · The Theory of Capillarity. By Dr. F. P. BUFF, Utrecht, Netherlands · Sachverzeichnis (Deutsch-Englisch), Subject Index (English-German).

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG